

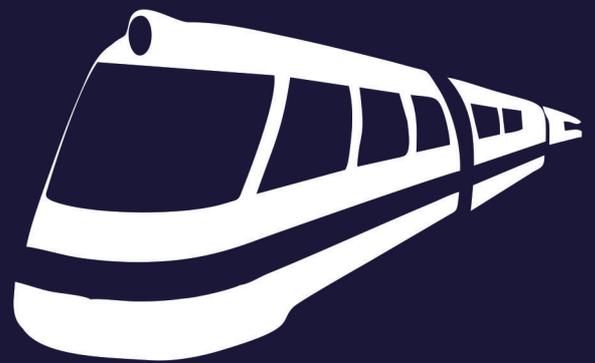
# PROSIDING

FORUM STUDI TRANSPORTASI ANTAR-PERGURUAN TINGGI

**Kumpulan Makalah yang dipresentasikan pada SIMPOSIUM  
INTERNASIONAL FSTPT KE-17 di Universitas Jember  
23 Agustus 2014**



# SUSTAINABLE TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE FOR DEVELOPING COUNTRIES



Proceeding of the 17th International  
Symposium Of Indonesian Inter University  
Transportation Studies Forum

**Layouter:**

Fatwa Annisa F.  
Mufty Margotila  
Shafira S.  
Ayu Nilam  
Khafifi A. M.

**Graphic Design:**

Bima A. Bhirawa Yudha

Department of Civil Engineering, Engineering Faculty  
Jember University, Jember, Indonesia  
August 22<sup>nd</sup> – 23<sup>rd</sup>, 2014

# PROSIDING

FORUM STUDI TRANSPORTASI ANTAR-PERGURUAN TINGGI

**Kumpulan Makalah yang dipresentasikan pada SIMPOSIUM  
INTERNASIONAL FSTPT KE-17 di Universitas Jember  
23 Agustus 2014**



## KATA PENGANTAR

### Ketua Panitia FSTPT ke 17

Simposium Internasional FSTPT ke 17 merupakan acara rutin tahunan yang diadakan oleh FSTPT. Tahun ini, simposium diselenggarakan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.

Kami yakin bahwa simposium ini akan memberikan kesempatan bagi para peserta untuk menyebarkan pengetahuan dan teknologi terbaru serta pengalaman praktis di bidang transportasi.

Kami memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pembicara kunci, pembicara undangan, dan peserta yang sudah bersedia meluangkan waktunya untuk berkontribusi di symposium ini. Kontribusi bapak dan ibu sangat kami apresiasi

Apresiasi dan terima kasih kami ucapkan pada seluruh peserta FSTPT, terutama ketua FSTPT, yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk menyelenggarakan symposium ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada seluruh Panitia FSTPT 17 atas dedikasi dan usaha yang tidak mengenal lelah dalam menyiapkan dan menyelenggarakan symposium ini, terutama dukungan dari para dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Komisi Ilmiah FSTPT atas dukungan dan bantuannya yang sangat bermanfaat bagi terselenggaranya symposium. Kepada semua sponsor dan donor, terutama Ditlitabmas Ditjen DIKTI, penghargaan dan terima kasih kami sampaikan atas bantuan dananya sehingga simposium ini bisa dilaksanakan. Dan kepada semua peserta, terima kasih atas partisipasinya. Kami berharap symposium ini akan menjadi sebuah nostalgia menuju keberhasilan kita semua.



Terima kasih dan selamat mengikuti symposium

Panitia FSTPT17

M. Farid Ma'ruf  
Ketua

## KATA PENGANTAR

---

### Ketua Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi

Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT) adalah organisasi yang beranggotakan perguruan tinggi dan atau unit-unit dalam perguruan tinggi dalam bidang transportasi. Organisasi ini berdiri di akhir tahun 1998 dan memiliki kegiatan rutin yaitu simposium tahunan. Dalam kegiatan tersebut, civitas akademika dari anggota unit dan perguruan tinggi saling bertukar informasi, berbagi pengalaman, serta berbagai kegiatan yang mendukung pendidikan dan penelitian di bidang transportasi. Saat ini, jumlah anggota FSTPT tercatat hampir 90 institusi dan simposium tahunan FSTPT dilakukan secara bergilir diantara perguruan tinggi anggota.



Simposium Internasional di Universitas Jember ini adalah yang ke 17 kalinya. Sebagai Ketua FSTPT dan atas nama seluruh anggota FSTPT, Kami mengucapkan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah menyelenggarakan kegiatan simposium dengan sangat baik dan lancar. Dan melalui prosiding simposium ini, Kami berharap ada banyak hal yang dapat diambil sebagai transfer pengetahuan untuk meningkatkan kegiatan pengajaran dan penelitian di bidang transportasi di perguruan tinggi seluruh Indonesia. Dan terakhir, melalui segala bentuk aktivitas FSTPT, transportasi Indonesia dapat menjadi lebih baik. Terima Kasih.

Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT)

Ketua,

Sony Sulaksono Wibowo, PhD.

## **FSTPT17 Committee**

---

### **Sambutan Koordinator Komite Ilmiah FSTPT**

Alhamdulillah Simposium Internasional FSTPT telah memasuki tahun yang ke 17. Simposium ini merupakan ajang yang disiapkan FSTPT untuk anggotanya yang mayoritasnya adalah institusi pendidikan tinggi terkait transportasi. Tahun ini lebih dari 160 makalah akan disajikan dalam simposium ini. Walaupun terdapat 16 kategori topik makalah namun ada 2 diantaranya yang tidak diminati pemakalah yaitu transportasi dan manajemen bencana serta aspek budaya dalam transportasi. Topik yang paling diminati pemakalah adalah Rekayasa dan Pemodelan Lalu-Lintas, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Material Perkerasan/ Perancangan Perkerasan/ Karakteristik Tanah Dasar, dan Transportasi Berkelanjutan/ Lingkungan/ Energi/ Keselamatan dengan jumlah makalah di masing-masing kategori minimal 20 buah.

Saya berharap agar kualitas simposium ini makin meningkat dari tahun ke tahun sehingga makin disegani sebagai ajang diseminasi karya ilmiah dosen dan mahasiswa di bidang transportasi. Selamat bersimposium!

Komite Ilmiah FSTPT

Prof. Ir. Leksomono S. Putranto, MT., Ph.D  
Ketua

# PROSIDING

FORUM STUDI TRANSPORTASI ANTAR-PERGURUAN TINGGI

## Penelaah Ahli:

Prof. Dr-Ing. Ir. Ahmad Munawar, M.Sc.	Universitas Gadjah Mada
Prof. Ir. Leksmono S. Putranto, M.T., Ph.D.	Universitas Tarumanagara
Prof. Dr. Ir. Siti Malkhamah, M.Sc.	Universitas Gadjah Mada
Prof. Ir. Erika Buchari, M.Sc., Ph.D.	Universitas Sriwijaya
Prof. Dr. Sugeng Wiyono	Universitas Islam Riau
Prof. Dr. Budi Hartanto Susilo	Universitas Kristen Maranatha
Dr. Endang Widjajanti	Institut Sains dan Teknologi Nasional
Ir. Hera Widyastuti, M.T., Ph.D.	Institut Teknologi 10 November
Dr. Purnawan	Universitas Andalas
Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng, Ph.D.	Universitas Brawijaya
Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph.D.	Universitas Brawijaya
Dr. Bagus Hario Setiadji, S.T., M.T.	Universitas Diponegoro
Dr. Imam Muthohar, ST., MT.	Universitas Gadjah Mada
Dr. Lieke E.N. Waluyo	Universitas Gunadarma
Dr. Hendro Prawobo	Universitas Gunadarma
Dr. Jachrizal Soemabrata	Universitas Indonesia
Dr. Miftahul Fauziah	Universitas Islam Indonesia
Dr. Gito Sugiyanto, S.T., M.T.	Universitas Jenderal Soedirman
Dr. A. Caroline Sutandi	Universitas Katolik Parahyangan
Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.	Universitas Lampung
Dr. Sri Sunarjono	Universitas Muhammadiyah Surakarta
Dr. Ir. Bambang Haryadi, M.Sc.	Universitas Negeri Semarang
Dr. Zainal Arifin	Universitas Negeri Yogyakarta
Dr. Tri Basuki Joewono	Universitas Parahyangan
Dr. Ari Sandhyavitri	Universitas Riau
Dr. Didin Kusdian	Universitas Sangga Buana
Ir. Ary Setyawan, M.Sc.(Eng)., Ph.D.	Universitas Sebelas Maret
Dr. Ir. La Ode Muh. Magribi, MT.	Universitas Sulawesi Tenggara
Dr. Sofyan Saleh	Universitas Syiah Kuala
Dr. I. Nyoman Arya Thanaya	Universitas Udayana

Yogyakarta  
2014

## **Daftar Isi**

<b>Kata Pengantar Ketua Panitia FSTPT17</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar Ketua Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi</b>	<b>ii</b>
<b>Kata Pengantar Koordinator Komite Ilmiah FSTPT</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Anggota Komite Ilmiah FSTPT</b>	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>v</b>

### **TOPIK 1. TRANSPORTATION PLANNING AND MODELLING**

ANALISIS MODEL TARIKAN PERJALANAN PADA KAWASAN PUSAT  
PEMERINTAHAN PROVINSI BANTEN (KP3B)

**Arief Budiman, Rindu Twidi Bethary, Hana Budi Prativi** **1**

ANALISIS PEMILIHAN MODA BERDASARKAN JADWAL DAN ALOKASI  
WAKTU AKTIVITAS PILIHAN DALAM SATU HARI

**Melawaty Agustien, Ade Sjafruddin, Harun Al Rasyid S. Lubis, Sony S.Wibowo** **11**

KAJIAN SEBARAN PERGERAKAN TRANSPORTASI KAWASAN PESISIR  
BERDASARKAN KOMODITAS POTENSI KELAUTAN MENGGUNAKAN  
PEMODELAN METODE GRAVITY (STUDI KASUS PROVINSI JAWA TENGAH -  
INDONESIA)

**Juang Akbardin, Bambang Riyanto, Danang Parikesit, Agus Taufik Mulyono** **21**

ANALISIS KARAKTERISTIK BANGKITAN PERJALANAN PENDUDUK  
PERUMAHAN BARU BYPASS

**Ryan Rahmadi, Zulfuadi Halim, Panji Eka Setiawan, Yudi Junialdi** **38**

PENGEMBANGAN MODEL PREFERENSI PERILAKU PEMILIHAN RUTE  
TRANSPORTASI DARAT DENGAN ANALISIS CONJOINT DI KOTA  
SEMARANG

**Joko Siswanto, Bambang Riyanto** **44**

PREFERENSI PEMILIHAN JEMBATAN SELAT SUNDA OLEH PENGENDARA  
MOBIL PENUMPANG

**Fathonah Maysyaroh, Tri Basuki Joewono** **53**

PENGEMBANGAN METODE PENGUMPULAN DATA PERJALANAN BERBASIS  
AKTIVITAS DAN LOKASI

<b>Prayoga Luthfil Hadi, Tri Basuki Joewono</b>	<b>63</b>
KARAKTERISTIK PERILAKU PERJALANAN RUMAH TANGGA PENGGUNA SEPEDA MOTOR DI PINGGIRAN KOTA SEMARANG	
<b>Okto Risdianto Manullang, Ofyar Z. Tamin, Ibnu Syabri, Ade Sjafruddin</b>	<b>73</b>
ANALYSIS OF MODE CHOICE BEHAVIOR USING RUM AND RRM	
<b>Medis Sejahtera Surbakti, A. Farhan Mohd. Sadullah, Ahmad Shukri Yahya</b>	<b>83</b>
THE APPLICATION OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD PADA MODEL PEMILIHAN MODA PERJALANAN KERJA	
<b>Yahya Kurniawan, Akhmad Hasanuddin, Sri Wahyuni</b>	<b>91</b>
MODEL PEMILIHAN MODA OLEH PELAJAR UNTUK TUJUAN SEKOLAH	
<b>Renni Angraini, Cut Mutiawati, M. Khair Jauhari</b>	<b>102</b>
KETERKAITAN KEBIASAAN MAHASISWA MENGGUNAKAN MOBIL KE KAMPUS DENGAN KARAKTERISTIK DEMOGRAFI, EKONOMI, DAN PERJALANAN MAHASISWA KE KAMPUS	
<b>Rudy Setiawan, Wimpy Santosa, Ade Sjafruddin</b>	<b>111</b>
IMPLEMENTING MODELLING TRANSPORTATION DUE TO LAMPUNG'S ECONOMIC MASTER PLAN	
<b>Rahayu Sulistyorini</b>	<b>121</b>
<b>TOPIK 2. PUBLIC TRANSPORTATION</b>	
OPTIMALISASI JANGKAUAN PELAYANAN HALTE BRT/BUS TRANS SEMARANG	
<b>Djoko Suwandono, Diah Intan Kusumo Dewi, Mussadun, Pratamaningtyas A</b>	<b>130</b>
MODEL KEBUTUHAN ANGKUTAN UMUM KHUSUS PEREMPUAN (STUDI KASUS : ANGKUTAN UMUM DI KOTA BATAM, KEP. RIAU)	
<b>Atik Wahyuni, Harnen Sulistio, Achmad Wicaksono, Ludfi Djakfar</b>	<b>138</b>
FAKTOR PENGARUH PEMILIHAN JARAK AKSES DARI TEMPAT TINGGAL MENUJU TEMPAT PEMBERHENTIAN BUS	
<b>Hansen Samuel Arberto Gultom, Tri Basuki Joewono</b>	<b>150</b>
STUDI PEMANFAATAN WAKTU PERJALANAN DI DALAM ANGKUTAN UMUM DI INDONESIA	
<b>Yosritzal, Bayu Martanto Adji, Revi Andika, Feri Novrizal</b>	<b>159</b>



EVALUASI KINERJA ANGKUTAN UMUM JENIS LYN DAN KEBIJAKAN  
PENANGANANNYA DI KABUPATEN SIDOARJO

**Dadang Supriyatno, Ari Widayanti** 165

STUDI PENGADAAN PARK AND RIDE DI TERMINAL ALANG-ALANG LEBAR  
KOTA PALEMBANG

**Rio Yudhaprawira, Erika Buchari, Joni Arliansyah** 176

KINERJA ANGKUTAN UMUM OPLET (EKSISTING) DAN URGENSI  
OPERASIONALISASI ANGKUTAN UMUM BERBASIS BIS YANG MEMENUHI  
SPM DI KOTA PONTIANAK

**Said** 187

PROBABILITAS PERPINDAHAN PENUMPANG DARI MODA BUS KE MODA  
KERETA API JURUSAN SURABAYA – MOJOKERTO

**Hera Widyastuti, Cahya Buana, Ummatus Sholikhah, Aldila Riana Prabawati, dkk**197

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PENGOPERASIAN BUS TRANS  
SARBAGITA KORIDOR VI

**I Nyoman Budiarta R.M, Putu Asih Anggarini, Eka Tamar Agistini, Nyoman  
Gery Arishandi, Dyah Ayu Lestari** 207

KEMAUAN BERJALAN KAKI PENUMPANG ANGKUTAN PERKOTAAN (STUDI  
KASUS PENUMPANG ANGKUTAN PERKOTAAN DI YOGYAKARTA)

**Imam Basuki** 223

KAJIAN PENERAPAN ANGKUTAN UMUM PERKOTAAN TANPA BAYAR

**Imam Basuki, Benidiktus Susanto** 233

IMPLEMENTATION OF VALUE CREATION IN PUBLIC TRANSPORT (CASE  
STUDY: PT. KAI CUSTOMER SATISFACTION)

**Andi Indramawan, Mikael Johnshon, Siti Malkhamah** 244

**TOPIK 3. TRAFFIC ENGINEERING AND MODELLING**

ANALISIS KEBUTUHAN PARKIR PADA KAMPUS UNIVERSITAS ATMA JAYA  
MAKASSAR

**Yuada Rumengan** 254

ANALISIS PANJANG ANTRIAN KENDARAAN AKIBAT KENDARAAN YANG MELAKUKAN PUTARAN BALIK DI AREA U-TURN (STUDI KASUS: JL. KOL. H. BURLIAN KM. 9 PALEMBANG)	
<b>Dyan Pratnamas Putra, Prof. Dr. Ir. Erika Buchari, M.Sc, Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T</b>	<b>261</b>
ANALISIS ARUS JENUH DAN PANJANG ANTRIAN SIMPANG BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN ANGKATAN 66 KOTA PALEMBANG	
<b>Rhapyalyani, Baru Monang Sitanggang, Joni Arliansyah</b>	<b>271</b>
PENGGUNAAN MEDIAN PADA PERLINTASAN SEBIDANG UNTUK MENGURANGI PELANGGARAN PINDAH LAJUR (STUDI KASUS DI PERLINTASAN JALAN A.R. HAKIM KOTA TEGAL)	
<b>Hanung Kurniawan, Eko Prasetyanto, Rifki Nurhakim</b>	<b>282</b>
OPTIMALISASI SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI SIMPANG BANJARAN, TEGAL)	
<b>Kurnia Rahmawati, Tiara Rizky Siskawati, Ardita Puspa Maulida</b>	<b>289</b>
APLIKASI CAR FOLLOWING MODEL UNTUK SIMULASI ARUS LALU LINTAS DI ALUR PELAYARAN SUNGAI	
<b>Edi Kadarsa, Harun al-Rasyid S. Lubis, Ade Sjafruddin, Russ Bona Frazila</b>	<b>298</b>
KAJIAN TENTANG CLEARANCE DAN KECEPATAN KENDARAAN YANG MELAJU DI JALAN TOL (STUDI KASUS JALAN TOL LINGKAR LUAR JAKARTA)	
<b>Ismono Kusmaryono</b>	<b>308</b>
SIMULASI ANTRIAN KENDARAAN PADA U-TURN DAN DAMPAK TERHADAP KINERJA JALAN PERKOTAAN	
<b>Muhammad Hadid, Hera Widyastuti, Wahyu Herijanto</b>	<b>318</b>
ACTION SPACE PELAKU PERJALANAN PENGGUNA SEPEDA MOTOR	
<b>Lukita Adinegoro, Tri Basuki Joewono</b>	<b>328</b>
PENGGUNAAN SOFTWARE VISSIM UNTUK ANALISIS SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG MIROTA KAMPUS TERBAN YOGYAKARTA)	
<b>Rama Dwi Aryandi, Ahmad Munawar</b>	<b>338</b>
KAJIAN ANALISIS KARAKTERISTIK PARKIR OFF-STREET KENDARAAN ANGKUTAN BARANG DAN PENGANTARAN BARANG DI PUSAT PERBELANJAAN PASAR JATINEGARA	
<b>Desy Evriyani, Nahry, Sutanto Soehodho</b>	<b>348</b>

PENGEMBANGAN METODE ANALISIS KINERJA SIMPANG-T TAK-BERSINYAL	
<b>Bambang Haryadi, Alfa Narendra, Agung Budiwirawan</b>	<b>361</b>
PENERAPAN MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN KECAMATAN TAMAN SIDOARJO DALAM UPAYA INTEGRASI TRANSPORTASI	
<b>Anita Susanti, Ovia Linda, Ninik Wahyu Hidayati</b>	<b>373</b>
ANALISIS KAPASITAS JALAN DENGAN METODE TRAFFIC MICROSIMULATION	
<b>Ocky Soelistyo Pribadi, Achmad Munawar, Siti Malkhamah</b>	<b>382</b>
ANALISIS KOMPOSISI TRUK PADA JARINGAN JALAN PERKOTAANDI KOTA MAKASSAR	
<b>Mukhtar Lutfie, Lawalenna Samang, Adi Sakti, Isran Ramli</b>	<b>394</b>
LOCAL TRAFFIC AND PUBLIC TRANSPORT PORTRAITS: A CASE STUDY IN PADANG CITY	
<b>Gusri Yaldi, PhD, Apwiddhal, Imelda M. Nur, Momon</b>	<b>405</b>
PENGUNAAN INDEKS PELAYANAN JALAN DALAM MENENTUKAN TINGKAT PELAYANAN JALAN PADA RUAS JALAN BANYAK LAJUR	
<b>Najid</b>	<b>415</b>
EVALUASI MANAJEMEN LALULINTAS JALAN PEMUDA SEGMENT JALAN DEPAN MALL PARAGON SEMARANG	
<b>Farid Ardiyanto, Prima Indracahya A., Iin Irawati</b>	<b>424</b>
STRATEGI PENERAPAN TRANSPORTATION DEMAND MANAGEMENT (TDM) DI KAWASAN INDUSTRI KARAKATAU KOTA CILEGON	
<b>M. Fakhuriza Pradana, Rindu Twidi Bethary, Irfan Agustianto</b>	<b>432</b>
ANALISA KEBUTUHAN FASILITAS PENYEBERANGAN JALAN DIDEPAN KAMPUS FT UNTIRTA KOTA CILEGON	
<b>Arief Budiman, Irma Suryani, Rio Wijianto</b>	<b>442</b>
PENGARUH KEBERADAAN RUMAH SAKIT TLOGOREJO DENGAN KEKURANGAN LAHAN PARKIR	
<b>Ana Setya Risa Andriani, Ratih Fitriani, Iin Irawati</b>	<b>465</b>

KAJIAN PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP KINERJA JALAN PADA KAWASAN PENDIDIKAN, SEMARANG

**Turyanto, Sugalih, Iin Irawati** 471

PERENCANAAN DESAIN BUNDRAN KAWASAN KAMPUS UNIVERSITAS JEMBER

**Muhamad Saad, Nunung Nuring Hayati, Sonya Sulistyono** 481

PERENCANAAN PENYEDIAAN FASILITAS PARKIR PADA PUSAT PERBELANJAAN ROXY SQUARE DI KABUPATEN JEMBER

**Mh. Iqbal Dirganakbari, Nunung Nuring Hayati, Hernu Suyoso** 492

ANALISIS PERILAKU BERKENDARA PADA TITIK U-TURN DI KOTA PALANGKA RAYA (STUDI KASUS JALAN TJILIK RIWUT – JALAN YOS SUDARSO – JALAN AKHMAD YANI)

**Ina Jaridieni, Desriantomy, Desi Riani** 500

STUDI KARAKTERISTIK LALU LINTAS DARI PENERAPAN LAJUR CONTRAFLOW DI JALAN TOL CAWANG – SEMANGGI (STUDI KASUS: ZONA MASUK)

**Ivan Fauzan, Jachrizal Sumabrata, Alan Marino** 510

STUDI KARAKTERISTIK LALU LINTAS DARI PENERAPAN “CONTRAFLOW” DI JALAN TOL CAWANG – SEMANGGI (STUDI KASUS : ZONA AKHIR)

**Moh. Fikri Makarim, Jachrizal Sumabrata, Alan Marino** 521

#### **TOPIK 4. TRANSPORTATION FEASIBILITY AND ECONOMICS**

WAKTU ANTARA BUS TRANS METRO BANDUNG KORIDOR CICAHEUM-CIBEUREUM

**Bella Pamuji Ramdhan, Tri Basuki Joewono** 534

DISTRIBUSI WAKTU ANTAR KEDATANGAN PENUMPANG TRANSMETRO BANDUNG RUTE CICAHEUM-CIBEUREUM

**Fransiska Stefani, Tri Basuki Joewono** 545

WAKTU TUNGGU PENUMPANG BUS TRANS METRO BANDUNG

**Raden Hudrian Rahmadiensyah, Tri Basuki Joewono** 555

EVALUASI LAYANAN SHELTER DAN TINGKAT PENGISIAN BUS TRANS METRO BANDUNG KORIDOR CICAHEUM-CIBEUREUM

**Luthfi Yudha Oktano, Tri Basuki Joewono** 565

KARAKTERISTIK PERJALANAN DAN MODA SEPEDA MOTOR DI KOTA BANDUNG

**Bekti Albar Effendi, Tri Basuki Joewono** 575

TRAVEL TIME VARIABILITY OF TRANS METRO BANDUNG BUS CORRIDOR II

**Hafiz Janitra Ramadhan, Tri Basuki Joewono** 586

ANALISIS FAKTOR MUAT BUS TRANS METRO PEKANBARU KORIDOR TERMINAL BANDAR RAYA PAYUNG SEKAKI- KULIM

**Yosi Alwinda, Devita Anggraini** 596

PENGARUH KENAIKAN HARGA BBM TERHADAP TARIF BUS TRANS METRO BANDUNG (KORIDOR II JURUSAN CICAHEUM-CIBEUREUM)

**Elkhasnet, Antonius Hura** 607

KERANGKA PENILAIAN LIFE-CYCLE COST UNTUK PROYEK PEMELIHARAAN JALAN NASIONAL MENGGUNAKAN KONTRAK BERBASIS KINERJA

**Betty Susanti, Reini D. Wirahadikusumah** 618

EKSPLORASI KESEDIAAN MEMBAYAR PARKIR MAHASISWA MENGGUNAKAN STATED PREFERENCE SURVEY METHOD

**Muhamad Rizki, Chrisma Merry Kosakoy, Tri Basuki Joewono** 628

SUPPLY AND DEMAND SUPPORT FOR PARK AND RIDE DEVELOPMENT IN EAST CORRIDOR OF BANDUNG CITY (CILEUNYI DISTRICT)

**Miming Miharja, Handini Pradhitasari, Marselly Dwiputri** 638

BIAYA PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN DUMP TRUK (STUDI KASUS KOTA MALANG)

**Burhamtoro, Achmad Wicaksono, M Bisri, Soemarno** 649

RESPONSES OF FUEL SUBSIDY REMOVAL AS SUSTAINABLE TRANSPORT POLICY (CASE STUDY: WORKERS IN JAKARTA)

**Octaviani Ariyanti, Samuel Petros Sebhatu, Imam Muthohar** 660

**TOPIK 5. FREIGHT AND LOGISTICS TRANSPORTATION**

ANALISIS TINGKAT KEPUASAN KONSUMEN TERHADAP PELAYANAN BONGKAR-MUAT BARANG PADA TERMINAL PETIKEMAS SEMARANG

**Mudjiastuti Handajani, Yoeli Janto** 670

PENGEMBANGAN KENDARAAN ANGKUTAN BARANG MURAH PERDESAAN  
**Endang Widjajanti, Ismono Kusmaryono, Karyawan** 680

**TOPIK 6. TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE MANAGEMENT**

PENGARUH PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP PEMBEBANAN  
JARINGAN JALAN PERKOTAAN YOGYAKARTA

**J.Dwijoko Anusanto, Ahmad Munawar, Sigit Priyanto, Bambang Hari Wibisono** 691

KAJIAN KONTRIBUSI INVESTASI INFRASTRUKTUR JALAN TERHADAP  
PEREKONOMIAN WILAYAH DITINJAU DARI SEKTOR TRANSPORTASI  
BARANG

**Ridwan Anas, Ofyar Z. Tamin, Sony S. Wibowo** 701

EVALUASI KETERSEDIAAN INFRASTRUKTUR JALUR PEJALAN KAKI DI  
UNIVERSITAS INDONESIA

**Muhammad Safarudin Surya, Jachrizal Sumabrata, Tri Tjahjono** 712

STUDI ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENGARUH KETERSEDIAAN  
INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI SEPEDA DAN PEMILIHAN MODA  
TRANSPORTASI SEPEDA DI UNIVERSITAS INDONESIA

**Maulana Ichsan Gituri, Jachrizal Sumabrata, Tri Tjahjono** 721

**TOPIK 7. HIGHWAY ENGINEERING, ROAD MANAGEMENT, AND  
OVERLOADING**

TUNNEL LIGHTING FOR VEHICLES IN DKI JAKARTA

**Endah Setyaningsih, Jeanny Pragantha, Lydwina Wardhani** 729

**TOPIK 8. PAVEMENT MATERIALS, PAVEMENT DESIGN, AND SUBGRADE  
CHARACTERISTICS**

BEHAVIOR OF NAILED-SLAB SYSTEM ON SOFT CLAY DUE TO REPETITIVE  
LOADINGS BY CONDUCTING FULL SCALE TEST

**Anas Puri, Hary Christady Hardiyatmo, Bambang Suhendro, Ahmad Rifa'i** 739

PREDIKSI KINERJA JALAN TERKAIT ESTIMASI KERUGIAN PENGGUNA  
JALAN SELAMA MASA REKONSTRUKSI JALAN

**Dewa Ketut Sudarsana, Harnen Sulistio, Achmad Wicaksono, Ludfi Djakfar** 751

KAJIAN PENGGUNAAN TRAS LOMPOTOO SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA LAPIS PONDASI BAWAH DITINJAU DARI SPESIFIKASI UMUM, 2007 DAN 2010	
<b>Fadly Achmad, Riskiyanto Maksud</b>	<b>762</b>
ASSESSING OF ROCKFALL RISKS (CASE STUDY: KLÖCH, AUSTRIA)	
<b>Ari Sandyavitri, Alexander Preh, Frans Tohom</b>	<b>771</b>
PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK HDPE SEBAGAI AGREGAT PENGGANTI PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC – BC)	
<b>Anissa Noor Tajudin, Latif Budi Suparma</b>	<b>780</b>
EVALUASI DAYA DUKUNG PONDASI CEMENT TREATED BASE (CTB) MENGGUNAKAN HAMMER TEST DAN CBR LAPANGAN	
<b>Slamet Widodo</b>	<b>790</b>
PEMILIHAN JENIS PERKERASAN JALAN KABUPATEN DENGAN BERDASARKAN KONDISI EKONOMI DAERAH	
<b>Wiratman Wangsadinata, A.R. Indra Tjahjani, Najid</b>	<b>798</b>
PEMANFAATAN CRUMB RUBBER (TYRE RUBBER) SEBAGAI ADITIF PADA ASPAL MODIFIKASI POLIMER	
<b>Wahyu Purnomo, Berry Evaldo, Latif Budi Suparma</b>	<b>807</b>
ZEOLIT ALAM SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN LASTON (AC) DENGAN ASPAL PEN 60/70 DAN ASBUTON (BNA) BLEND 75:25	
<b>Latif Budi Suparma, Wahyu Purnomo, Muhammad Andrian, Alfian Saleh</b>	<b>817</b>
KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS DENGAN AGREGAT DARI LOLI DAN TAIPA	
<b>Hendrik, Arief Setiawan, Mashuri</b>	<b>827</b>
PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK UNDERPASS DEWA RUCI MENGGUNAKAN SECANT PILE DAN SHEET PILE	
<b>Jojok Widodo Soetjipto, Hernu Suyoso, Rony Agung Tri Prakasa</b>	<b>837</b>
CHARACTERISTICS OF MARSHALL ON AC-BC USE THE ANALOG AND DIGITAL TEST EQUIPMENT	
<b>Akhmad Taufik Aditama, Sonya Sulistyono, Ririn Endah B.</b>	<b>848</b>
PERANCANGAN KOMPOSISI BAHAN SAMI MENGGUNAKAN SERUTAN KARET BAN BEKAS	
<b>Edward Ngii, Latif Budi Suparma</b>	<b>859</b>

EXTRACTION TEST ANALYSIS OF CENTRIFUGAL AND REFLUX ON AC-WC MIXTURE	
<b>Candra Karisma, Sonya Sulistyono, Ririn Endah B.</b>	<b>868</b>
PERBANDINGAN NILAI STABILITAS DAN FLOW CAMPURAN AC-WC PADA PENGUJIAN MARSHALL MENGGUNAKAN ALAT UJI DIGITAL DAN ANALOG	
<b>Grandis Zulfikar, Sonya Sulistyono, Nunung Nuring Hayati</b>	<b>877</b>
PERBANDINGAN HASIL UJI EKSTRAKSI CAMPURAN AC-BC MENGGUNAKAN METODE REFLUKS DAN METODE SENTRIFUS	
<b>Rahmawan Budi Satryo, Sonya Sulistyono, Nunung Nuring Hayati</b>	<b>887</b>
PENGARUH SUBSTITUSI RESIDIUM CATALYTIC CRACKING DAN LIMBAH PABRIK BATU TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG EKSPANSIF	
<b>Yulia Hastuti, ST, MT, Estina Nurma Silitonga, Ratna Dewi, ST, MT</b>	<b>898</b>
PERLAKUAN PERKERASAN HOT MIX ASPAL MENGGUNAKAN KATEK TERHADAP DEFORMASI PERMANEN AKIBAT BEBAN BERULANG	
<b>Puri Nurani</b>	<b>908</b>
PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN SUPERPAVE	
<b>Miftahul Fauziah, Berlian Kushari, Fauzan Ranski</b>	<b>916</b>
PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BAMBU TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BINDER COURSE (AC-BC)	
<b>Ratna Dewi, Yogie Ferdiansyah, Mirka Pataras</b>	<b>926</b>
EVALUASI STRUKTURAL PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE AASHTO 1993 DAN AUSTROADS 2011 (STUDI KASUS : JALINTIM, TEMPINO - BATAS SUMSEL)	
<b>Dwi Pardiarini, Eri Susanto Hariyadi</b>	<b>935</b>
PENGARUH PENGGUNAAN ELVALOY TERHADAP KINERJA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS PENGIKAT PENGIKAT (AC-BC)	
<b>Immanuel Bonardo H, Eri Susanto Hariyadi</b>	<b>949</b>
STUDI KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL CONCRETE BEARING COARSE (AC BC) YANG MENGGUNAKAN BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)	
<b>Abdul Gaus, Tjaronge M. W., Nur Ali, Rudy Djamaluddin</b>	<b>958</b>

**TOPIK 9. SEEPAGE, FLOOD, AND ROAD DETERIORATION**

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI IRI BERDASARKAN VARIASI RENTANG  
PEMBACAAN NAASRA

**Doan Arinata Siahaan, Medis Sejahtera Surbakti** **965**

**TOPIK 10. SUSTAINABLE TRANSPORTATION, ENVIRONMENT, ENERGY,  
AND SAFETY**

GENERALIZED LINEAR AND GENERALIZED ADDITIVE MODELS IN STUDIES  
OF MOTORCYCLE ACCIDENT PREDICTION MODELS FOR THE NORTH-  
SOUTH ROAD CORRIDOR IN SURABAYA

**Machsus, Harnen Sulistio, Achmad Wicaksono, Ludfi Djakfar** **976**

PENGEMBANGAN MODEL TINGKAT KESELAMATAN LALU LINTAS JALAN  
TOL

**Bambang Haryadi, Alfa Narendra, Agung Budiwirawan** **987**

ANALISIS LOKASI KRITIS JALUR EVAKUASI PENUMPANG KAPAL  
PENYEBERANGAN ANTAR PULAU DENGAN METODE PERGERAKAN  
SIMULTAN

**Andi Haris Muhammad, Daeng Paroka** **999**

ANALISIS TINGKAT KESELAMATAN PENYEBERANG MENGGUNAKAN  
PEDESTRIAN RISK INDEX (PRI) (STUDI KASUS PADA SISWA PENYEBERANG  
DI SMPN 4 SUKOHARJO)

**Naomi Srie Kusumastutie, Siti Malkhamah** **1011**

KAJIAN PENENTUAN KECEPATAN MAKSIMAL YANG BERKESELAMATAN  
PADA BLACKSPOT DI RUAS JALAN KRIAN – BALONGBENDO SIDOARJO

**Dadang Supriyatno** **1021**

PERANCANGAN SMART SEATBELT SEBAGAI PERANGKAT PASSIVE  
SAFETY PADA KENDARAAN ANGKUTAN BARANG

**Sigit Setijo Budi, M. Beny Dwifa, Agus Makhrojan** **1030**

MOTORCYCLE RIDER BEHAVIOUR OF TARUMANAGARA UNIVERSITY  
LECTURER AND EMPLOYEE

**Leksmono Suryo Putranto, Ni Luh Putu Shinta Eka Setyarini, Rostiana, Rudy  
Bunawan** **1038**

TINJAUAN PENGGUNAAN MODEL DINAMIKA SISTEM (SYSTEM DYNAMICS)  
DALAM KEBIJAKAN KESELAMATAN TRANSPORTASI

**Elsa Tri Mukti, Ade Sjafruddin, Aine Kusumawati** **1045**

PERHITUNGAN KEMAUAN MASYARAKAT UNTUK MEMBAYAR PADA  
MODEL NILAI KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN UNTUK KELOMPOK  
TERTENTU DENGAN PENDEKATAN PEMELIHARAAN KENDARAAN DAN  
KESEHATAN PADA DISAIN PERTANYAAN

**Dr. Ir Tri Tjahjono, Msc, Pungkas Hendratmoko, MMTr** **1054**

MENGAMATI KESELAMATAN PENUMPANG ANGKUTAN SUNGAI DAN  
DANAU

**Budi Hartanto Susilo, Petrus Teguh Esha** **1065**

EVALUASI PENERAPAN ZONA SELAMAT SEKOLAH PADA BEBERAPA  
FUNGSI JALAN DI YOGYAKARTA

**Benidiktus Susanto, Jackrois Antros Sustrial Jon** **1074**

COASTAL LAND USE AND TRAFFIC RISK OF BANTAENG REGENCY SOUTH  
SULAWESI

**Shirly WUNAS, Venny Veronica Natalia** **1084**

BUS SEKOLAH: TINJAUAN LAYANAN DAN KESELAMATAN

**Ellen S.W.Tangkudung** **1094**

STUDENTS' PREFERENCES ON REDUCING ACCIDENT SEVERITY (CASE  
STUDY ITS-SURABAYA AND UNM-MAKASSAR)

**Hera Widyastuti, M. Jufry, Ummatus Sholikhah, Aldila Riana Prabawati, Istiar,  
Wahju Herijanto, Anak Agung Gde Kartika** **1104**

ANALISIS GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT DI KOTA  
MAKASSAR

**Syafruddin Rauf, Akhmad Faisal Aboe, Indrian Tesukandar Ishak** **1119**

DAMPAK DEGRADASI LINGKUNGAN TERHADAP TRANSPORTASI SUNGAI  
MAHAKAM

**Efendy Tambunan** **1133**

PREDIKSI JUMLAH FATALITAS DENGAN METODE ARTIFIAL NEURAL  
NETWORK BERDASARKAN UNDANG-UNDANG LALU LINTAS TAHUN 2009  
DAN KARAKTERISTIK WILAYAH

**Supratman Agus** **1140**

IDENTIFIKASI TINGKAT PENCEMARAN UDARA AKIBAT AKTIVITAS  
TRANSPORTASI

**AYN Terto Djen, Don Gaspar N. da Costa** 1152

ROAD MAP KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN KENDARAAN BERMOTOR  
DI KOTA BOGOR (KAJIAN SEKSI II UNTUK KASUS DI DEPAN RSUD CIAWI  
BOGOR)

**Syaiful, Rulhendri** 1162

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) AKIBAT  
TRANSPORTASI KENDARAAN BERMOTOR DI KOTA SURABAYA

**Isa Ma'rufi** 1169

ROAD SAFETY PERCEPTION TOWARDS SUSTAINABLE TRANSPORT (A CASE  
OF ROAD SAFETY PROGRAMS IN YOGYAKARTA, INDONESIA)

**Zuni Asih Nurhidayati, Samuel Petros Sebhatu, Siti Malkhamah** 1176

**TOPIK 11. POLICY, INSTITUTIONAL, STANDARD AND LEGAL ASPECTS OF  
TRANSPORTATION**

KRITERIA PEMILIHAN PROYEK BERDASARKAN TAHAP PELAKSANAAN  
KERJASAMA PEMERINTAH DENGAN BADAN USAHA DI BIDANG  
PERKERETAAPIAN INDONESIA

**Herman, Ir., MT., Prof. Wimpy Santosa, Ph.D., Prof. Ade Sjafruddin, Ph.D** 1187

PENGEMBANGAN TRANSPORTASI LAUT DALAM MENDUKUNG KEBIJAKAN  
PENGENTASAN KEMISKINAN DI KAWASAN TIMUR INDONESIA

**Dwi Ardianta Kurniawan** 1198

ANALISA KEBUTUHAN PENGEMBANGAN JARINGAN JALAN DI KOTA  
PALEMBANG

**Joni Arliansyah, Adi Taruna, Rhaptyalyani, Aztri Yuli Kurnia** 1209

PERAN KEBIJAKAN TRANSPORTASI UNTUK MENDUKUNG AKSESIBILITAS  
DAN MOBILITAS PADA PENGEMBANGAN WILAYAH PERKOTAAN

**Ircham, Ahmad Munawar, Imam Muthohar** 1220

DEVELOPING COUNTRIES AND PUBLIC TRANSPORT: ISSUES AND  
CHALLENGES

**Rudi Sugiono Suyono, Ofyar Z. Tamin, Sony S. Wibowo, Heru Purboyo HP** 1231

KAJIAN PENGUSAHAAN BANDAR UDARA DI INDONESIA	
<b>R. Didin Kusdian</b>	<b>1242</b>
ANALYSIS OF AIRSPACE STRUCTURE AND AIR NAVIGATION SERVICES AUTHORIZATION AT RAHADI OSMAN AIRPORT-KETAPANG	
<b>Wida Yuliar Rezika, Teddy Wahyudi, Muhammad Zudhy Irawan</b>	<b>1252</b>
KELAYAKAN PENGEMBANGAN JARINGAN JALAN UNTUK MENDUKUNG INDUSTRI PERTANIAN DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT	
<b>Agita Risty Serena, Wimpy Santosa</b>	<b>1262</b>
KAJIAN MITIGASI KONGESTI BANDARA	
<b>Fadrinsyah Anwar, Pradono, Heru Purboyo, Ofyar Z. Tamin</b>	<b>1271</b>
KAPASITAS JALUR DAN KECELAKAAN KERETA API	
<b>Siti Malkhamah, Imam Muthohar, Djoko Murwono, Yuwono Wiarco</b>	<b>1282</b>
TINJAUAN ATAS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KAPASITAS JALUR KERETA API	
<b>Yuwono Wiarco, Siti Malkhamah, Imam Muthohar</b>	<b>1291</b>
MEWUJUDKAN KETERATURAN PEMBUATAN BENDA UJI PENGUJIAN UTAMA MELALUI PENGUJIAN PRA KONDISI	
<b>Sabaruddin, M. Wihardi Tjaronge, Nur Ali, Rudi Djamaluddin</b>	<b>1299</b>
<b>TOPIK 12. PSYCHOLOGICAL, HEALTH, AND SOCIAL ASPECTS, AND LAW ENFORCEMENT</b>	
ANALISIS PENGARUH ONLINE SHOPPING TERHADAP PERLAHU PERJALANAN BELANJA MENGGUNAKAN METODE STRUCTURAL EQUATION MODELLING	
<b>Yustina Niken Raharina, Hendra, Elfira Wirza, Muhammad Zudhy Irawan</b>	<b>1302</b>
PSYCHOLOGICAL INFLUENCE OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME TO TRAVEL BEHAVIOUR	
<b>Yosritzal</b>	<b>1315</b>
ANALISIS PERILAKU BERKENDARA PENGEMUDI TRANS JOGJA DENGAN MENGGUNAKAN TACHOMETER	
<b>Dian Noviyanti, Ahmad Munawar</b>	<b>1325</b>
ANALISIS PENGARUH WAKTU TERBANG (PHASES OF TIME) TERHADAP BEBAN KERJA MENTAL PILOT PESAWAT TERBANG DENGAN	

MENGGUNAKAN METODE SUBJECTIVE WORKLOAD ASSESSMENT TECHNIQUE (SWAT)	
<b>Abadi Dwi Saputra, Sigit Priyanto, Imam Muthohar, Magda Bhinnety Etsem</b>	<b>1335</b>
IMPORTANCE-SATISFACTION ANALYSIS OF RAIL SERVICES IN THE UK WITH RESPECT TO TRAVEL TIME USE	
<b>Yosritzal, Dilum Dissanayake, Margaret Bell</b>	<b>1350</b>
PENGARUH PERILAKU MANUSIA TERHADAP ANGKA KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN MAYJEND SINGKONO KOTA MALANG	
<b>Dwi Ratnaningsih</b>	<b>1360</b>
HUBUNGAN ALOKASI WAKTU PERJALANAN DENGAN WAKTU AKTIVITAS PENGGUNA SEPEDA MOTOR BERDASAR DATA CATATAN HARIAN	
<b>Alan Hardi Kharisma, Tri Basuki Joewono</b>	<b>1369</b>
PELECEHAN SEKSUAL DI ANGKUTAN KRL EKONOMI DARI PERSPEKTIF PELAKU	
<b>Annisa Karliana, Hendro Prabowo</b>	<b>1379</b>
DESKRIPSI AWAL PERJALANAN BERBASIS AKTIVITAS PADA PEGAWAI PENGGUNA SEPEDA MOTOR	
<b>Tri Basuki Joewono, Anggia Taghsya Nidi Hardiman Putri</b>	<b>1386</b>
PENGARUH INTENSITAS SUARA JENIS MUSIK TERHADAP KECEMASAN PENGEMUDI	
<b>Yeni Kurnia Sari, Hendra Wijayanto, Naomie Srie K</b>	<b>1397</b>
SHORT TERM ACTIVITY ADAPTATION DECISION OF MOBILE PROFESSIONAL: GENDER DIFFERENCES ON TRAVEL IMPACT OF SMART PHONE ADOPTION	
<b>Gloriani Novita Christin, Ofyar Z. Tamin, Idwan Santosa, Miming Miharja</b>	<b>1405</b>
PENELITIAN PERSEPSI PEJALAN KAKI DI WILAYAH KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA	
<b>Ilma Alyani, R. Jachrizal Sumabrata</b>	<b>1415</b>
ANALISIS KARAKTERISTIK PEJALAN KAKI DI PELATARAN STASIUN DEPOK BARU	
<b>Ahmad Syahri Mubarak, Jachrizal Sumabrata</b>	<b>1425</b>

SATISFACTION WITH TRAVEL SCALE (STS) BEFORE AND AFTER  
IMPLEMENTING NEW IMPROVEMENT (STUDY CASE: KARLSTADSBUSS  
SWEDEN)

**I Made Sukmayasa, Muh. Zuhdy Irawan, Margareta Friman** 1436

THE TRANSFORMATION OF PRIVATE VEHICLE USERS TO PUBLIC  
TRANSPORT USERS (CASE STUDY: BALI, INDONESIA)

**I Wayan Arnaya, Margareta Friman, Imam Muthohar** 1446

### **TOPIK 13. TRANSPORTATION AND TOURISM**

INVESTIGATING THE OPERATIONAL ISSUE AND POTENTIAL DEMAND OF  
AIRPORT BUS SERVICE AT MINANGKABAU INTERNATIONAL AIRPORT

**Gusri Yaldi, PhD** 1457

KAJIAN PENINGKATAN KONDISI PISIK ARMADA KAPAL WISATA DANAU  
DALAM MELAYANI WISATAWAN DI SUMATERA BARAT

**Fidel Miro** 1466

### **TOPIK 14. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY IN TRANSPORTATION**

THE OVERVIEW OF INDONESIAN MINISTRY OF TRANSPORTATION MOBILE  
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APLICATION

**Bambang Istiyanto, Yan El Rizal U.D., Mouli De Rizka D., Dani F. Brilianti** 1477

SERVICE INNOVATION THROUGH TECHNOLOGY AND INFORMATION  
SYSTEM (TIS) FACILITIES ( STUDY CASE TICKETING ONLINE IN PT. KERETA  
API INDONESIA )

**Agus Hariyanto, Samuel Petros Sebhatu, Ahmad Munawar** 1489

### **CONTINUATION PAPER**

ANALISIS KINERJA SIMPANG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KAJI  
DAN PTV VISTRO (STUDI KASUS: SIMPANG BERSINYAL DAN TAK  
BERSINYAL PERKOTAAN JEMBER)

**Sofyan Sauri, Sonya Sulistyono, Akhmad Hasanuddin** 1498

SIMULASI ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS MENGGUNAKAN PTV VISTRO (STUDI KASUS : KOMPLEK RUKO BERAJAYA BATAM)	
<b>Arif Rifai, Sonya Sulistyono, Jajok Widodo Soetjipto</b>	<b>1507</b>
DETERMINATION OF PASSENGER CARS EQUIVALENCE (PCE) USING LINEAR REGRESSION ANALYSIS METHOD (THE CASE STUDY IS THE ROAD OF AHMAD YANI AND PB. SUDIRMAN STREET, JEMBER	
<b>Nara Maika Putri, Akhmad Hasanuddin, Sonya Sulistyono</b>	<b>1519</b>
DESIGN OF OFF STREET PARKING FACILITIS ON PASAR TANJUNG-JEMBER DISTRICT	
<b>Rizki Hippriyanti Dewi N., Nunung Nuring Hayati, Akhmad Hasanuddin</b>	<b>1527</b>
EVALUATION OF ROAD MEDIAN CONSTRUCTION ON JALAN HAYAM WURUK KM JBR 3+825 KM JBR 5+930 JEMBER	
<b>Setio Ramadan, Nunung Nuring Hayati, Sonya Sulistyono</b>	<b>1537</b>
DESAIN PELAT BETON BERPORI DENGAN POLIKARBONAT	
<b>Dwi Nurtanto, Akhmad Hasanuddin</b>	<b>1545</b>
PENENTUAN JALUR TERBAIK MASUK KOTA SAMPAI KE KAMPUS UNEJ DENGAN METODE ALGORITMA DIJKSTRA	
<b>Arief Rachman E.P., Sri Sukmawati, Sonya Sulistyono</b>	<b>1553</b>
INSPEKSI KESELAMATAN JALAN PADA LOKASI RAWAN KECELAKAAN JALUR PROBOLINGGO – LUMAJANG (KM SBY 82+650 KM SBY 118)	
<b>Rossy Marcianus Reggar, Akhmad Hasanuddin, Dwi Nurtanto</b>	<b>1561</b>

## ANALISIS MODEL TARIKAN PERJALANAN PADA KAWASAN PUSAT PEMERINTAHAN PROVINSI BANTEN (KP3B)

**Arief Budiman**  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[budiman257@yahoo.com](mailto:budiman257@yahoo.com)

**Rindu Twidi Bethary**  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[bethary\\_rjf@yahoo.com](mailto:bethary_rjf@yahoo.com)

**Hana Budi Pratiwi**  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[princes\\_lanang@yahoo.com](mailto:princes_lanang@yahoo.com)

### Abstract

The purpose of this research is to determine causative factors and how strong these influence trip attraction at Banten Province Government Center. The result of this research is a mathematical model of trip attraction. The method used is multiple linear regression analysis. The model as the result of this research was obtained are as follows first: general model as  $Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 - 1,014E-6X_7$ , second: motor biker's model as  $Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7$ , third: car driver's trip attraction model  $Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8$  with  $R^2$  as 0,934, and last: public transportation user's model as  $Y = 0,229 - 0,157X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9$  with the variables as  $X_4$ = Car Owners,  $X_5$ = Car and Motorbike Owners,  $X_6$ = Number Of Respondents Not Having Vehicle,  $X_7$ = Number Of Respondents Choose a Faster Time,  $X_8$ = Number Of Respondents Choose Distance Closer,  $X_9$ = Number Of Respondents Choose Cheaper Cost.

**Keywords:** Trip attraction, multiple linear regression analysis, mathematical model.

### Abstrak

Kawasan perumahan umumnya berkedudukan sebagai kawasan penghasil perjalanan, maka kawasan perkantoran merupakan kawasan penarik perjalanan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model tarikan perjalanan pada Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten. Metode yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda. Hasil dari analisis model menunjukkan bahwa model tarikan perjalanan yang paling dapat mempresentasikan realita yang ada adalah  $Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 - 1,014E-6X_7$ . Model untuk tarikan perjalanan menggunakan sepeda motor adalah  $Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7$ . Model tarikan perjalanan menggunakan mobil adalah  $Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8$ . Model untuk tarikan perjalanan menggunakan angkutan umum adalah  $Y = 0,229 - 0,157X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9$  dimana variabel tersebut adalah  $X_4$ =Pemilik Mobil,  $X_5$ =Pemilik Mobil dan Motor,  $X_6$ =Jumlah Responden Yang Tidak Memiliki Kendaraan,  $X_7$ =Jumlah Responden Yang Memilih Waktu Lebih Cepat,  $X_8$ =Jumlah Responden Yang Memilih Jarak Lebih Dekat,  $X_9$ =Jumlah Responden Yang Memilih Biaya Lebih Murah.

**Kata Kunci:** Tarikan perjalanan, analisis regresi linear berganda, model matematika.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kegiatan transportasi dibutuhkan manusia sejak zaman dahulu sampai sekarang untuk memenuhi kebutuhan, oleh karena itu manusia tidak bisa lepas dari kegiatan ini karena pemenuhan kebutuhan manusia tidak bisa didapatkan dari satu tempat saja. Maka pergerakan pun berbanding lurus dengan jumlah populasi yang menempati suatu kota. Sebagai ibukota provinsi Banten maka Kota Serang perlahan akan menjadi salah satu kota yang memiliki penduduk yang mulai berkembang semakin pesat, oleh karena itu diperlukan pemisahan tata kota yang baik yang memperhitungkan pemisahan fungsi tata

guna lahan yang sesuai dengan karakteristiknya. Seperti area pemukiman, industri, pendidikan serta perkantoran. Seperti yang terjadi pada daerah Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten.

Tarikan perjalanan yang dihasilkan kawasan ini sangat besar, khususnya pada saat jam – jam puncak saat pagi hari. Karena kelebihan yang dimiliki kawasan ini adalah banyaknya tersedia sarana perkantoran pemerintahan yang berdiri menjadi dalam satu kawasan. Banyaknya perkantoran pemerintahan pada kawasan ini mengakibatkan arus lalu lintas yang cukup ramai, sehingga tarikan perjalanan yang dihasilkannya juga besar. Dikarenakan hampir semua pegawai provinsi Banten yang bekerja di pemerintahan melakukan pergerakan pada daerah ini.

### **Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta mendapatkan model tarikan perjalanan total dan tarikan perjalanan dengan masing – masing moda pada Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten (KP3B) dan faktor – faktor yang berpengaruh.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini akan dilakukan di Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten (KP3B) untuk mengetahui besarnya tarikan yang dihasilkan pada kawasan tersebut.
2. Variabel yang diteliti meliputi :
  - a. Jumlah tarikan pergerakan
  - b. Karakteristik tata guna lahan yang terdiri dari luas lahan, dan luas bangunan.
  - c. Jumlah karyawan, untuk menentukan banyaknya jumlah sampel yang diambil untuk sebagai responden.
3. Metode analisis perhitungan yang digunakan adalah metode analisis regresi berganda linier dengan bantuan software *Statistical Product and Service Solution (SPSS)*.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Tarikan Pergerakan**

Tarikan perjalanan ini berhubungan dengan penentuan jumlah perjalanan keseluruhan yang dibangkitkan oleh sebuah kawasan. *Trip generation* terbagi atas dua bagian yaitu *trip attraction* (tarikan perjalanan) dan *trip production* (produksi perjalanan). *Production* adalah perjalanan yang berakhir dirumah pada perjalanan yang berasal dari rumah (*home-base-trip*) atau berakhir ditempat asal (*origin*) pada perjalanan yang tidak berasal dari rumah (*non-home-base-trip*). *Attraction* adalah perjalanan yang berakhir tidak di rumah pada perjalanan yang berasal dari rumah atau berakhir ditempat tujuan. Tarikan perjalanan adalah jumlah pergerakan perjalanan yang terjadi menuju ke lokasi tertentu setiap satuan waktu. Dalam hal ini adalah jumlah pergerakan yang menuju lokasi studi setiap harinya, jumlah perjalanan sebagai variabel dependen diperkirakan akan dipengaruhi oleh jumlah penghuni gedung, luas lantai, kepemilikan kendaraan, dan intensitas kegiatan yang dalam hal ini adalah jumlah mata kuliah.

Pertokoan, perkantoran, dan tempat hiburan menarik dan menghasilkan perjalanan tarikan dan hasil perjalanan biasa disebut bangkitan perjalanan (*generated traffic*). Bangkitan perjalanan yang tidak diwadahi dengan baik dapat menimbulkan banyak dampak. Faktor yang mempengaruhi tarikan perjalanan biasanya adalah kantor pemerintah, tempat

perdagangan, sekolah dan taman rekreasi. Besarnya tarikan masing – masing guna lahan berbeda untuk luas dan fungsi. Besar tarikan bangunan diukur luas setiap lantai yang digunakan aktivitas. Dalam penelitian transportasi jenis tata guna lahan diklasifikasi menurut luas lantai, jumlah pekerja, dan jumlah perjalanan yang ditarik oleh setiap bangunan.

### **Faktor – faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Pergerakan**

Terjadinya suatu perjalanan (*trip*) adalah merupakan fungsi dari tiga faktor besar, yaitu:

1. Pola tata guna lahan dan pembangunan di daerah penelitian.
2. Karakteristik sosial ekonomi dan penduduk yang melakukan perjalanan dari daerah penelitian.
3. Sifat, jangkauan dan kemampuan dari sistem pengangkutan di daerah penelitian.

Penelitian tentang *trip generation* merupakan suatu bagian yang vital dari proses perencanaan pengangkutan, bahwa apa yang terjadi sekarang merupakan faktor yang menentukan untuk perkiraan masa mendatang. Dalam pemodelan bangkitan pergerakan, hal yang perlu diperhatikan bukan saja pergerakan manusia, tetapi juga pergerakan barang yaitu:

1. Bangkitan pergerakan untuk manusia. Faktor berikut dipertimbangkan pada beberapa kajian yang telah dilakukan:
  - a. Pendapatan
  - b. Pemilikan kendaraan
  - c. Struktur rumah tangga
  - d. Ukuran rumah tangga
  - e. Nilai lahan
  - f. Kepadatan daerah pemukiman
  - g. Aksesibilitas

Empat faktor pertama (pendapatan, pemilikan kendaraan, struktur dan ukuran rumah tangga) telah digunakan pada beberapa kajian bangkitan pergerakan, sedangkan nilai lahan dan kepadatan daerah pemukiman hanya sering dipakai untuk kajian mengenai zona.

2. Tarikan pergerakan untuk manusia. Faktor yang paling sering digunakan adalah luas lahan untuk kegiatan industri, komersial, perkantoran, dan pelayanan lainnya. Faktor lain yang dapat digunakan adalah lapangan kerja. Akhir-akhir ini beberapaa kajian mulai berusaha memasuki ukuran aksesibilitas.

Bangkitan dan tarikan untuk barang. Pergerakan ini hanya merupakan bagian kecil dari keseluruhan pergerakan (20%) yang biasanya terjadi di negara industri. Variabel penting yang mempengaruhi adalah jumlah lapangan kerja, jumlah tempat pemasaran, luas atap industri tersebut dan total seluruh daerah yang ada

### **Analisis Regresi**

Analisis regresi adalah analisis tentang hubungan linier antara variabel dependen (*respon*) dengan variabel independen (*prediktor*). Analisis regresi banyak digunakan dalam berbagai bidang, dan sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.
3. Model regresi berguna untuk memprediksi pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki **variabel respon (y)** dan **variabel prediktor (x)**. Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal sebagai variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut sebagai variabel independen karena peneliti bebas mengendalikannya.

## METODA PENELITIAN

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian deskriptif, dimana pengambilan data primer ini dilakukan dengan cara melakukan survey untuk memperoleh fakta dari gejala – gejala yang ada dan mencari keterangan – keterangan secara faktual dari suatu kelompok (Nazir, 2003). Ukuran sampel menurut Ortuzar dalam buku *Modelling Transport* untuk jumlah populasi < 50.000 diambil sebanyak 20% dari total populasi, atau minimum sebesar 10%. Dalam penelitian ini penyebaran kuesioner dilakukan pada masing – masing gedung yang ada sekitar 25 gedung didalam kawasan KP3B, dan kemudian diambil ukuran sampel minimum sebesar 10% dari masing – masing jumlah populasi pada masing – masing gedung tersebut.

Analisis data dilakukan dengan metode analisis regresi untuk mendapatkan model tarikan perjalanan dengan bantuan program SPSS. Faktor – faktor yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1, dimana faktor tersebut dianggap yang paling mempengaruhi tarikan perjalanan.

**Tabel 1.** Faktor yang mempengaruhi tarikan perjalanan

No	Faktor yang mempengaruhi	Referensi
1	Jumlah populasi	(Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006)
2	Luas lahan	(Yuliani, 2004) (Ferhad, 2013)
3	Luas bangunan	(Yuliani, 2004) (ferhad, 2013)
4	Jumlah kepemilikan sepeda motor	(Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006) (Rulina Rita, 2005)
5	Jumlah kepemilikan mobil	(Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006) (Rulina Rita, 2005)
6	Jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan	(Yuliani, 2004)
7	Biaya	(Rulina Rita, 2005) (Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006)
8	Jarak	(Rulina Rita, 2005) (Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006)
9	Waktu	(Rulina Rita, 2005) (Yuliani, 2004) (Sutomo, 2006)
10	Pendapatan	(Budianto Iwan, 2005)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dilakukan dengan metode analisis regresi untuk mendapatkan model tarikan perjalanan dengan bantuan program SPSS. Adapun langkah – langkah analisis data adalah sebagai berikut :

1. Tahap pertama adalah analisis bivariat, yaitu analisis uji korelasi untuk melihat hubungan antar variabel, yaitu variabel terikat dengan variabel bebas.
2. Tahap kedua adalah analisis multivariate, yaitu analisis untuk mendapatkan model yang paling sesuai (*fit*) menggambarkan pengaruh satu atau beberapa variabel bebas terhadap variabel terikatnya.

Analisis regresi linier berganda (*multiple linear regression analysis*) yaitu suatu cara yang dimungkinkan untuk melakukan beberapa proses iterasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pada langkah awal adalah memilih variabel bebas yang mempunyai korelasi yang besar dengan variabel terikatnya.
2. Pada langkah berikutnya menyeleksi variabel bebas yang saling berkorelasi, jika diantara variabel bebas mempunyai korelasi besar, maka dipilih salah satu
3. Pada tahap akhir memasukan variabel bebas dan variabel terikat ke dalam persamaan model regresi linier berganda dan lolos uji asumsi klasik :
4. Selanjutnya menguji model regresi apakah memenuhi pengujian asumsi klasik. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah memenuhi kriteria model regresi yang baik atau tidak.

Dalam pengujian asumsi klasik ada lima pengujian yang harus dilakukan terhadap model regresi linier berganda antara lain uji Normalitas, uji Autokorelasi, uji Multikolinearitas, uji Heteredoksitas, dan uji Linearitas.

### Tarikan Perjalanan

Tarikan perjalanan dalam analisis ini dibedakan menjadi tarikan perjalanan total, serta tarikan perjalanan berdasarkan moda yang digunakan.

#### 1. Tarikan Perjalanan Total

Jumlah perjalanan total sebagai variabel dependent diperkirakan dipengaruhi oleh luas lahan, luas lantai bangunan, jumlah populasi, pengguna sepeda motor, pengguna mobil, pengguna angkutan umum, dan pendapatan, setelah dilakukan tahapan pengujian statistik didapat beberapa model tarikan perjalanan total yang dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Alternatif Model Perjalanan Total

No	Bentuk Model	R <sup>2</sup>
1	$Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 + 1,014E-6X_7$	.990
2	$Y = 2,440 + 1,919X_4 + 1,773X_5$	.990

#### 2. Tarikan Perjalanan dengan Moda Sepeda Motor

Perjalanan dengan menggunakan sepeda motor sebagai variabel dependent dicari hubungannya dengan peubah luas lahan, luas bangunan, jumlah pemilik sepeda motor, jumlah pemilik mobil, jumlah pemilik motor dan mobil, jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan, biaya, jarak, waktu tempuh dan pendapatan. setelah dilakukan tahapan pengujian statistik didapat beberapa model tarikan perjalanan dengan moda sepeda motor yang dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Alternatif Model Perjalanan dengan Sepeda Motor

No	Persamaan Model	R <sup>2</sup>
1	$Y = -0,171 + 1,012X_3 + 0,301X_5 - 0,183X_6$	.991
2	$Y = -0,349 + 1,000X_3 + 0,284X_5 + 0,026X_7$	.991
3	$Y = -0,285 + 1,007X_3 + 0,285X_5$	.991
4	$Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7$	.992

### 3. Tarikan Perjalanan dengan Moda Mobil

Perjalanan dengan menggunakan mobil sebagai variabel dependent dicari hubungannya dengan peubah luas lahan, luas bangunan, jumlah pemilik sepeda motor, jumlah pemilik mobil, jumlah pemilik motor dan mobil, jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan, biaya, jarak, waktu tempuh dan pendapatan, setelah dilakukan tahapan pengujian statistik didapat beberapa model tarikan perjalanan dengan moda mobil yang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Alternatif Model Perjalanan dengan Mobil

No	Persamaan Model	R <sup>2</sup>
1	$Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8$	.934
2	$Y = -0,464 + 1,024X_4 + 0,587X_5$	.931

### 4. Tarikan Perjalanan dengan Angkutan Umum

Perjalanan dengan menggunakan mobil sebagai variabel dependent dicari hubungannya dengan peubah jumlah penghuni total, luas lahan, luas bangunan, jumlah pemilik sepeda motor, jumlah pemilik mobil, jumlah pemilik motor dan mobil, jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan, biaya, jarak, dan waktu tempuh, setelah dilakukan tahapan pengujian statistik didapat beberapa model tarikan perjalanan dengan moda angkutan umum yang dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Alternatif Model Perjalanan dengan Angkutan Umum

No	Bentuk Model	R <sup>2</sup>
1	$Y = 0,435 - 0,079X_4 + 0,232X_5 + 0,762X_6 - 0,026X_8$	.742
2	$Y = 1,156 - 0,039X_4 + 0,924X_6$	.660
3	$Y = 0,229 - 0,574X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9$	.748
4	$Y = 0,810 - 0,090X_4 + 0,178X_5 + 0,883X_6$	.718

Setelah melalui tahap – tahap perhitungan model secara statistik, didapat persamaan regresi yang sesuai menurut masing – masing moda bisa dilihat pada Tabel 6, didapatkan satu yang terbaik dari masing – masing jenis moda yang telah ditentukan. Untuk memilih persamaan terbaik tersebut didasarkan pada :

- Model mempunyai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) yang mendekati 1.
- Nilai intersep mendekati 0.
- Model memiliki variabel bebas yang beragam yang lebih menggambarkan kondisi sebenarnya.

**Tabel 6.** Persamaan Regresi Yang Paling Baik

Model	Persamaan	R <sup>2</sup>	Sig	t
Jumlah Perjalanan Total	$Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 - 1,014E-6X_7$	.990	.000	-0,142 26,603 8,380 0,667
Jumlah Perjalanan Sepeda Motor	$Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7$	.992	.000	-0,212 17,081 1,968 -0,391 0,059
Jumlah Perjalanan Mobil	$Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8$	.934	.000	-0,804 8226 4,436 -0,832
Jumlah Perjalanan Angkutan Umum	$Y = 0,229 - 0,057X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9$	.748	.003	0,364 -0,644 2,543 1,735 1,281

Dari persamaan diatas didapat persamaan tarikan perjalanan total dengan bentuk pemodelan  $Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 - 1,014E-6X_7$  dimana persamaan tersebut memiliki nilai intersep mendekati nol,  $R^2 = .990$  dan memiliki variabel bebas yang beragam, yang merupakan mendekati keadaan sebenarnya dalam kehidupan nyata. Di dapatkan pula pemodelan tarikan berdasarkan masing – masing moda yang digunakan pada kawasan ini yaitu, moda sepeda motor didapatkan dengan bentuk  $Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7$ , dimana persamaan tersebut memiliki nilai intersep yang mendekati nol dengan  $R^2 = .992$ . Pemodelan dengan moda mobil di dapatkan dalam bentuk  $Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8$ , dan untuk moda angkutan umum dijabarkan dalam bentuk  $Y = 0,229 - 0,057X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9$ .

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis pemodelan dengan menggunakan regresi linear berganda adalah sebagai berikut :

1. Model tarikan perjalanan yang didapat yaitu :

Model untuk tarikan perjalanan Total

$$Y = -0,712 + 1,931X_4 + 1,801X_5 + 1,014E-6X_7 \quad (R^2 = 0,990)$$

Dimana :

$X_4$  =Jumlah Pengguna Sepeda Motor

$X_5$  =Jumlah Pengguna Mobil

$X_7$  =Pendapatan

Model untuk tarikan perjalanan dengan Sepeda Motor

$$Y = -0,199 + 1,009X_3 + 0,300X_5 - 0,176X_6 + 0,010X_7 \quad (R^2 = 0,992)$$

Dimana :

X<sub>3</sub> =Jumlah Pemilik Motor

X<sub>5</sub> =Jumlah Pemilik Motor dan Mobil

X<sub>6</sub> =Jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan

X<sub>7</sub> =Jumlah responden yang memilih waktu lebih cepat dalam alasan pemilihan moda

Model tarikan untuk Perjalanan Mobil

$$Y = -0,566 + 1,032X_4 + 0,638X_5 - 0,028X_8 \quad (R^2=0,934)$$

Dimana :

X<sub>4</sub> =Jumlah Pemilik Mobil

X<sub>5</sub> =Jumlah Pemilik Motor dan Mobil

X<sub>8</sub> =Jumlah responden yang Memilih jarak lebih dekat dalam pemilihan moda

Model tarikan Perjalanan dengan Angkutan Umum

$$Y = 0,229 - 0,157X_4 + 0,739X_6 + 0,041X_8 + 0,148X_9 \quad (R^2 = 0,784)$$

Dimana :

X<sub>4</sub> =Jumlah Pemilik Mobil

X<sub>6</sub> =Jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan

X<sub>8</sub> =Jumlah responden yang memilih jarak lebih dekat dalam pemilihan moda

X<sub>9</sub> =Jumlah responden yang memilih biaya Lebih murah dalam pemilihan moda

2. Faktor – faktor yang berpengaruh terhadap tarikan perjalanan total adalah :

a. Pengguna Sepeda Motor (X<sub>4</sub>)

b. Pengguna Mobil (X<sub>5</sub>)

c. Pendapatan (X<sub>7</sub>)

Faktor – faktor yang berpengaruh terhadap tarikan perjalanan berdasarkan masing – masing moda adalah :

a. Luas lahan (X<sub>1</sub>)

b. Luas Bangunan (X<sub>2</sub>)

c. Jumlah pemilik sepeda motor (X<sub>3</sub>)

d. Jumlah pemilik mobil (X<sub>4</sub>)

e. Jumlah pemilik motor dan mobil (X<sub>5</sub>)

f. Jumlah responden yang tidak memiliki kendaraan (X<sub>6</sub>).

g. Jumlah responden yang memilih waktu lebih cepat dalam alasan pemilihan moda (X<sub>7</sub>)

h. Jumlah responden yang memilih jarak lebih dekat dalam alasan pemilihan moda (X<sub>8</sub>)

i. Jumlah responden yang memilih biaya lebih murah dalam alasan pemilihan moda (X<sub>9</sub>)

j. Pendapatan (X<sub>10</sub>)

Saran-saran yang diusulkan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

a. Pemodelan tarikan perjalanan ini dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk pihak terkait dan ingin mengetahui model tarikan perjalanan dari kawasan ini.

b. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mencari pemodelan distribusi perjalanan di kawasan KP3B dalam perencanaan model empat tahap jika ada yang ingin meneliti tentang hal tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, S.A., 2011. *Jaringan Transportasi, Teori dan Analisis*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Amelia, E., (2004). *Penentuan Model Bangkitan Pergerakan pada Kawasan Perumahan di Kota Medan (Studi Kasus : Kawasan Sunggal Meda)*. Tesis Program Magister Manajemen Pembangunan Kota USU, Medan.
- Black, J.A., 1981. *Urban Transport Planning (Theory and Practice)*. Cromm Helm, London.
- Budianto, Iwan (2005). *Model Tarikan Perjalanan Dan Kebutuhan Parkir Gedung Kantor Pemerintah Provinsi Jawa Tengah*. Tesis Program Magister Teknik Sipil, Semarang.
- Hamdi, (2011). *Bangkitan Perjalanan pada Perumahan Bougenville di Palembang*.
- Hobbs, F.D., 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Penerbit UGM Press, Yogyakarta.
- ISO 5807. *Processing Diagramming Symbols and Convention*.
- Khristy, J.C., Lall, K.B., 2005. *Dasar-dasar Transportasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kurniati Titi., Syaputra Indrico, Gunawan Hendra. (2010). *Pemodelan Tarikan Lalu Lintas Pada Kantor Pemerintah Di Kota Padang*. Universitas Andalas, Padang.
- Lowry, I.S., 1964. *A Model of Metropolis Santa Monica*. Rand Corporation, Calofornia.
- Lubis, M.F., (2008). *Penetapan Model Bangkitan Pergerakan Untuk Beberapa Tipe Perumahan di Kota Pematangsiantar (Studi Kasus : Perumahan Pinggiran Kota Pematang Siantar)*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Miro, Fidel (1997). *Sistem Transportasi Kota: Teori Dan Konsep Dasar*. Penerbit Tarsito Bandung.
- Morlok, Edward, K., (1998). *Pengantar Teknik Perencanaan Transportasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Munawar, Ahmad (2000). *Tarikan Perjalanan Ke Kampus Perguruan Tinggi (Studi Kasus: Kampus UGM)*. Posiding Simposium III FSTPT, ISBN No.979-96241-0-X
- Nazir, M., 2003. *Metode Penelitian*. Penerbit Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Richardson, Ampt & Meyburg, *Survey Methodf For Transport Planning, Eucalyptus Press, Netherland, 1995*.
- Rita, Rulina, et.al (2006). *Model Tarikan Perjalanan Pada Pasar Tradisional (Studi Kasus: Pasar Padang Bulan Medan)*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Supranto, J., 2000. *Teknik Sampling Untuk Survey dan Eksperimen*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Sutomo, (2006). *Analisa Karakteristik Pergerakan Ke Kawasan Industri Rokok Di Kabupaten Kudus (Studi Kasus Kawasan Megawon Kecamatan Jati Kabupaten Kudus)*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tamin, O.Z., 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Tanan, Natalia., (2009). *Pemodelan Bangkitan – Tarikan Dan Sebaran Pergerakan Untuk Perencanaan Lalu Lintas Di Jaringan Jalan Kota Cimahi*.
- Wahyudin, Andi.,(2013). *Model Tarikan Pengunjung Pasar Tradisional Yang Menggunakan Moda Sepeda Motor (Studi Kasus: Pengunjung Pasar Terong)*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wells, G. R 1969. *Traffic Engineering an Introduction*, Griffin, London.

- Yuliani.,( 2004). *Analisis Model Tarikan Perjalanan Pada Kawasan Pendidikan Di Cengklik Surakarta*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Yunus, S.H., 2005. *Struktur Tata Ruang Kota*. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

## THE ANALYSIS OF MODE CHOICE MODEL BASED ON TRIP-BASED AND TOUR-BASED IN A DAY

**MelawatyAgustien**

Student

Department of Civil Engineering ITB

Jln. Ganesha 10, Bandung

Telp: (022) 2512395

[melawaty15@gmail.com](mailto:melawaty15@gmail.com)

**Harun Al Rasyid S. Lubis**

Lecturer

Department of Civil Engineering ITB

Jln. Ganesha 10, Bandung

Telp: (022) 2512395

[halubis@yahoo.com](mailto:halubis@yahoo.com)

**Ade Sjafruddin**

Professor

Department of Civil Engineering ITB

Jln. Ganesha 10, Bandung

Telp: (022) 2512395

[ades@si.itb.ac.id](mailto:ades@si.itb.ac.id)

**Sony S. Wibowo**

Lecturer

Department of Civil Engineering ITB

Jln. Ganesha 10, Bandung

Telp: (022) 2512395

[sonysw@hotmail.com](mailto:sonysw@hotmail.com)

### Abstract

The weakness of mode choice model based on trip-based and tour-based is not paying attention to how the characteristics of the activity influence the alternative modes used to conduct such activities. Regarding this, the mode choice model in this study based on the activity schedule and the time allocation. The mode choice model for the three alternatives such as private car, private motorcycle and other modes in this study is developed with the multinomial logit choice model based on the utility time allocation model of activity choice in a day. The selection mode is used to conduct the activity choice at the time after returning home from working activities. The result of the empirical analysis shows that the attributes of individuals, families and activities greatly affect the utility of time allocation of activities such as sports, shopping, meetings, entertainment and socialisation. Alternative modes that have greater attributes of utility activity value, shorter travel time, lower travel costs and joint tour have greater chance to be selected.

**Keywords:** Activity time allocation, Activity Timing, Mode choice, Utility time allocation, Multinomial Logit

### Abstrak

Kelemahan model pemilihan moda berdasarkan *trip based* dan *tour based* adalah tidak memperhatikan bagaimana pengaruh karakteristik aktivitas terhadap pilihan moda yang digunakan untuk melakukan aktivitas tersebut. Berdasarkan hal tersebut, model pemilihan moda dalam penelitian ini dibuat berdasarkan jadwal dan alokasi waktu aktivitas. Model pemilihan moda untuk tiga alternatif pilihan mobil dan motor pribadi serta moda lainnya dikembangkan dengan model pemilihan multinomial logit berdasarkan model utilitas alokasi waktu aktivitas pilihan dalam satu hari. Pemilihan moda digunakan untuk melakukan aktivitas pilihan pada waktu setelah pulang ke rumah dari aktivitas bekerja. Hasil analisis empiris menunjukkan atribut individu, keluarga dan aktivitas sangat mempengaruhi utilitas alokasi waktu dari beberapa aktivitas pilihan seperti olah raga, belanja, *meeting*, hiburan ke mall dan bersosialisasi. Alternatif moda yang mempunyai atribut nilai utilitas aktivitas yang lebih besar, waktu tempuh yang lebih singkat, biaya perjalanan yang lebih rendah dan bersifat *joint tour* mempunyai peluang yang lebih besar untuk dipilih.

**Kata Kunci:** Alokasi waktu aktivitas, Jadwal waktu aktivitas, Pemilihan Moda, Utilitas alokasi waktu, Multinomial Logit

## PENDAHULUAN

Syarat utama untuk dapat memahami perilaku perjalanan berdasarkan aktivitas adalah pengetahuan bahwa perjalanan yang dilakukan merupakan kebutuhan untuk melakukan aktivitas pada sebaran lokasi (Jones et al, 1983). Oleh karena itu mekanisme terjadinya aktivitas harus dipahami dalam melakukan analisis permintaan perjalanan. Bagaimana aktivitas dilakukan pada dasarnya adalah sama dengan bagaimana individu menggunakan waktunya dalam suatu periode tertentu. Model-model permintaan perjalanan khususnya yang berkaitan dengan model pemilihan moda yang berdasarkan pada *trip*

*based* dan *tour based* tidak memperhatikan bagaimana pengaruh karakteristik aktivitas yang dilakukan terhadap pilihan moda yang digunakan untuk melakukan aktivitas tersebut (Fujiwara, et.al.,2010). Beberapa penelitian terkini mengenai perilaku perjalanan berdasarkan aktivitas menyebutkan adanya hubungan yang sangat erat antara waktu perjalanan dan alokasi waktu aktivitas karena keterbatasan waktu yang dimiliki yaitu 24 jam yang harus dibagi untuk melakukan beberapa aktivitas dan perjalanan dalam satu hari (Bhat, 2005).

Model yang dikembangkan dalam penelitian ini berkaitan dengan pilihan karakteristik perjalanan yang direpresentasikan dengan karakteristik pemilihan moda yang dibatasi oleh alokasi waktu untuk melakukan aktivitas dalam satu hari. Berdasarkan sudut pandang bahwa pilihan moda yang digunakan untuk melakukan aktivitas adalah sebagai hasil dari pilihan jadwal dan alokasi waktu untuk melakukan aktivitas, maka perumusan model pemilihan tersebut dilakukan berdasarkan model utilitas alokasi waktu. Model alokasi waktu yang dikembangkan berdasarkan pada *utilitarian resource allocation theory* dimana individu mengalokasikan waktu untuk setiap aktivitas sehingga diperoleh nilai maksimum dari total utilitas yang dihasilkan dari semua aktivitas pada periode waktu tersebut (Yamamoto, 2000). Model pemilihan yang dikembangkan adalah model multinomial logit dengan alternatif pemilihan moda mobil pribadi, motor pribadi dan moda lainnya seperti angkutan umum, sepeda, jalan kaki dan melakukan *joint tour* dengan individu lain. Atribut alternatif dibagi menjadi tiga yaitu atribut yang terkait dengan karakteristik aktivitas, perjalanan dan karakteristik individu dan keluarga. Terdapat tiga periode yang diamati yaitu periode pagi hari sebelum bekerja, siang hari pada waktu istirahat ditempat bekerja dan sore atau malam hari setelah pulang ke rumah. Pemodelan dilakukan untuk aktivitas yang dilakukan untuk periode sore atau malam hari setelah pulang ke rumah.

Pada bagian selanjutnya akan dijelaskan data-data hasil survey di lokasi studi. Data-data yang dikumpulkan adalah hasil wawancara dan pengisian kuesioner mengenai aktivitas dan perjalanan dalam satu hari. Karakteristik responden adalah seorang pekerja yang sudah berkeluarga dan tergolong kelompok *choice* dalam pemilihan moda. Bagian selanjutnya menjelaskan bagaimana pembentukan model dimana setelah model alokasi waktu dibuat berdasarkan teori utilitas alokasi waktu, kemudian dikembangkan model multinomial logit pemilihan moda. Hasil analisis empiris akan dijelaskan pada bagian keempat yang diikuti oleh kesimpulan pada bagian selanjutnya.

## **DESKRIPSI DATA**

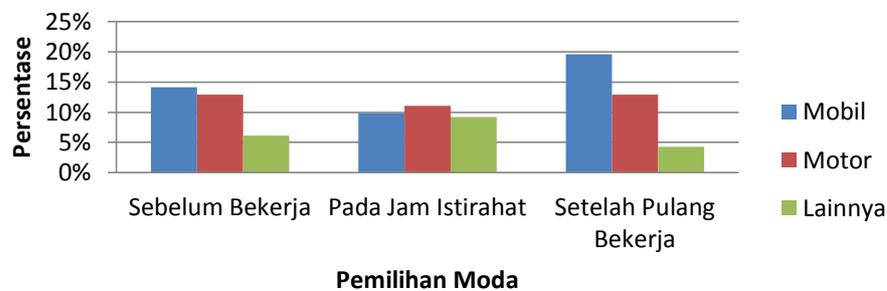
Data yang dikumpulkan meliputi data sekunder dan primer di salah satu kota di Indonesia dengan intensitas jumlah dan jarak perjalanan penduduk menengah yaitu Kota Palembang. Lokasi pengambilan sample adalah responden yang tersebar di 16 Kecamatan di Kota Palembang. Jumlah sampel yang dikumpulkan adalah sebanyak 150 orang. Data primer yang dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara meliputi data sosial ekonomi individu dan rumah tangga serta data aktivitas dan perjalanan dalam satu hari.

Data sosial ekonomi meliputi data jenis kelamin, usia, jenis pekerjaan, pendapatan rumah tangga, jumlah anak serta jumlah dan jenis pemilikan kendaraan dijelaskan sebagai berikut.

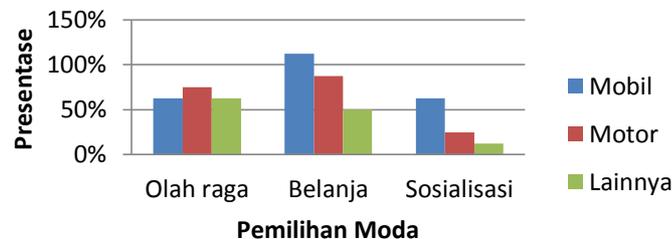
Berdasarkan data dari 150 orang responden yang diamati, 65 orang atau 43% berjenis kelamin laki-laki dan 85 orang atau 57% mempunyai jenis kelamin perempuan. Responden yang paling banyak diamati adalah responden usia kerja yaitu 26 sampai dengan 55 tahun. Hal ini sesuai dengan karakteristik responden adalah pekerja dengan

profesi beragam tetapi sesuai dengan target penelitian bahwa responden mempunyai aktivitas pilihan selain dari aktivitas wajib seperti bekerja. Responden dengan usia produktif diharapkan mempunyai intensitas aktivitas dan perjalanan yang lebih tinggi di bandingkan dengan usia non produktif.

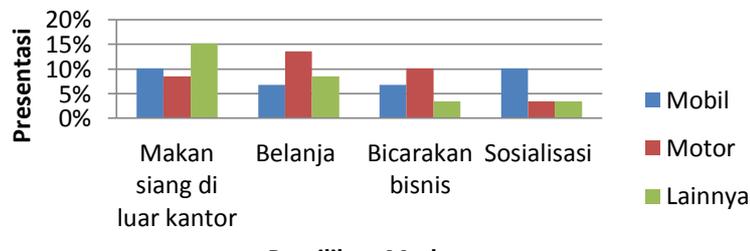
Aktivitas pilihan yang dilakukan diluar rumah oleh responden beragam, diantaranya aktivitas sosial seperti mengunjungi keluarga atau teman, *meeting*, belanja, olah raga dan hiburan. Beberapa responden mempunyai aktivitas pilihan di luar rumah lebih dari satu jenis aktivitas. Jumlah aktivitas pilihan dalam satu hari yang diamati dari 150 orang responden adalah 163 aktivitas pilihan. Aktivitas-aktivitas tersebut dilakukan pada waktu pagi sebelum bekerja, pada waktu jam istirahat kerja dan setelah pulang ke rumah. Pemilihan moda yang digunakan untuk melakukan aktivitas tersebut dibagi menjadi 3 yaitu mobil dan motor pribadi serta moda lain seperti angkutan umum, sepeda, jalan kaki atau melakukan *joint tour* dengan individu lain. Moda yang digunakan berdasarkan tipe aktivitas pilihan diluar rumah yang dilakukan pada tiga periode pengamatan dijelaskan pada gambar 1 sampai 4 berikut.



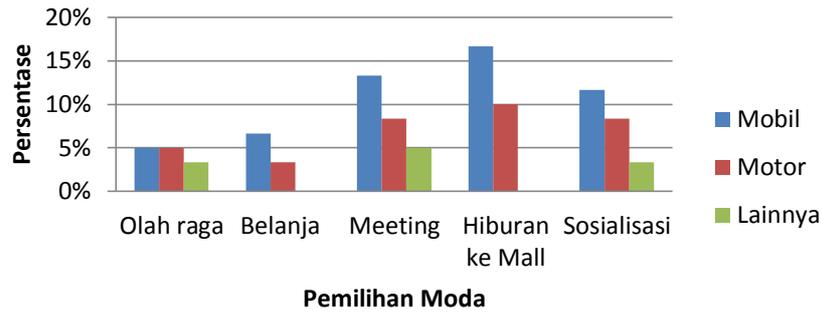
**Gambar 1.** Persentase Pemilihan Moda Berdasarkan Jadwal Waktu Aktivitas Pilihan



**Gambar 2.** Persentase Pemilihan Moda Berdasarkan Tipe Aktivitas Sebelum Bekerja

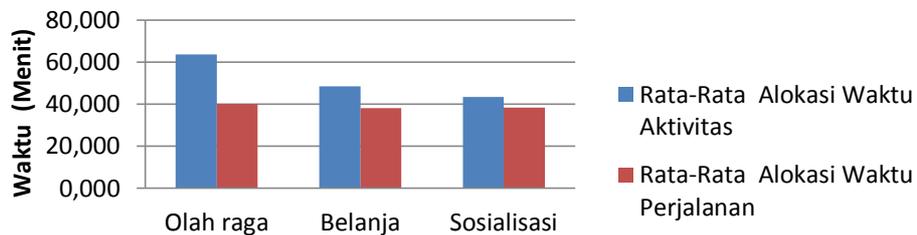


**Gambar 3.** Persentase Pemilihan Moda Berdasarkan Aktivitas Waktu Istirahat Bekerja

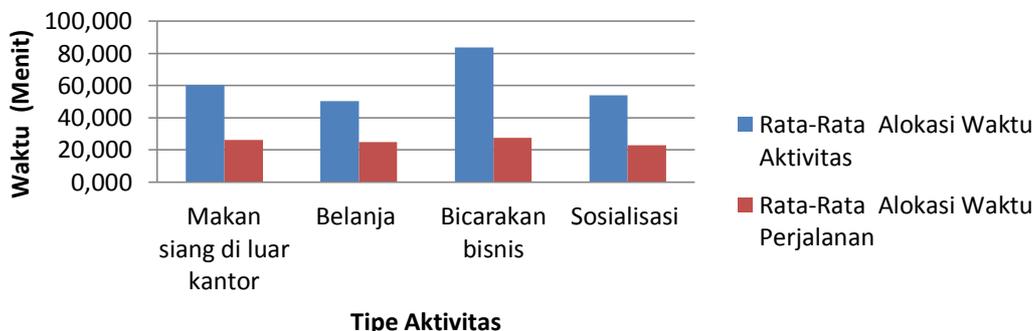


**Gambar 4.** Persentase Pemilihan Moda Berdasarkan Tipe Aktivitas Setelah Bekerja

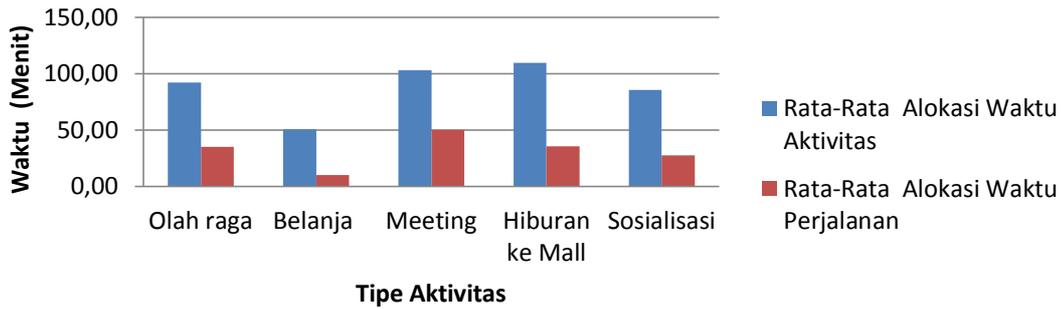
Gambar 1 menunjukkan persentase pemilihan moda mobil dan motor pribadi berkurang pada jam istirahat di siang hari dan sebaliknya pemilihan moda lain meningkat. Hal ini disebabkan karena adanya adanya “*joint tour*” atau perpindahan moda naik angkutan umum atau berjalan kaki menuju tempat aktivitas pilihan. Hal ini dilakukan dengan alasan untuk menghindari jam sibuk siang dan kesulitan mencari tempat parkir. Aktivitas sebelum bekerja didominasi oleh aktivitas belanja dengan moda mobil, untuk aktivitas pada siang hari waktu istirahat didominasi oleh aktivitas makan siang diluar kantor dengan pilihan moda selain mobil dan motor pribadi. Sedangkan untuk aktivitas setelah pulang bekerja didominasi oleh aktivitas hiburan ke mall dengan pemilihan moda mobil pribadi. Deskripsi mengenai alokasi waktu aktivitas dan perjalanan untuk melakukan aktivitas pilihan dijelaskan oleh grafik pada gambar 5 sampai dengan 7 berikut.



**Gambar 5.** Rata-Rata Alokasi Waktu Aktivitas dan Perjalanan Sebelum Bekerja



**Gambar 6.** Rata-Rata Alokasi Waktu Aktivitas dan Perjalanan Berdasarkan Tipe Aktivitas pada Waktu Istirahat Bekerja



**Gambar 7.** Rata-Rata Alokasi Waktu Aktivitas dan Perjalanan Berdasarkan Tipe Aktivitas Setelah Pulang ke Rumah

Alokasi waktu untuk melakukan aktivitas lebih besar dari alokasi waktu perjalanan baik pada waktu sebelum bekerja, waktu istirahat dan pada waktu pulang dari bekerja. Waktu perjalanan pada waktu istirahat ditempat kerja rata-rata 20 menit. Waktu perjalanan tersebut lebih singkat, hal ini disebabkan karena durasi waktu luang yang lebih singkat pada waktu istirahat siang yaitu berkisar antara 1 sampai dengan 1,5 jam. Sedangkan untuk pagi hari sebelum bekerja waktu perjalanan untuk melakukan aktivitas rata-rata sebesar 40 menit. Aktivitas pilihan yang dilakukan pada waktu setelah bekerja untuk aktivitas belanja rata-rata 10 menit, untuk aktiitas olah raga, hiburan ke mall dan sosialisasi rata-rata 30 menit sedangkan untuk aktivitas *meeting* rata-rata waktu perjalanan adalah 50 menit. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa analisis pemilihan moda berdasarkan aktivitas penting untuk dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana individu memaksimalkan nilai manfaat alokasi waktu dalam satu hari untuk melakukan aktivitas dan perjalanan. Waktu 24 jam dalam satu hari harus dibagi untuk melakukan perjalanan dan beberapa aktivitas yang bersifat wajib seperti bekerja, aktivitas rutindan pilihan dalam satu hari. Pada bab selanjutnya akan dibahas pengaruh karakteristik individu, rumah tangga dan aktivitas yang dilakukan terhadap pemilihan moda untuk aktivitas pilihan pada waktu setelah pulang ke rumah dari aktivitas wajib yaitu bekerja.

### MODEL PEMILIHAN MODA BERDASARKAN UTILITAS ALOKASI WAKTU AKTIVITAS PILIHAN

Asumsi yang digunakan dalam struktur model pemilihan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah pemilihan moda berdasarkan pada nilai utilitas perjalanan dan aktivitas pilihan di luar rumah atau *Out Home Discretionary Activities* (OHD) yang berhubungan dengan perjalanan tersebut. Utilitas alternatif (i) :

$$U_i = UT_i + UA_i(1) \quad ; \quad UT_i = \gamma X_i + \varepsilon_i(2)$$

$$UA_i = \sum_j UA_{ji} (3) \quad ; \quad UA_{ji} = \alpha_{Aji} \ln t_{ji} = \exp(\beta X_{Aji} + \varepsilon_{Aji}) \ln t_{ji} (4)$$

- i : kombinasi alternatif pilihan moda dan waktu keberangkatan
- $UT_i$  : utilitas perjalanan
- $\gamma$  : vektor koefisien
- $X_i$  : vektor variabel bebas (explanatory variable) yang berhubungan dengan perjalanan
- $\varepsilon_i$  : variabel acak dari utilitas perjalanan

- $dt_j$  : waktu antara 2 aktivitas sebelum dan sesudah aktivitas-aktivitas OHD  
 $UA_i$  : jumlah utilitas semua aktivitas OHD yang dapat dilakukan pada periode waktu  $dt_j$   
 $UA_{ji}$  : utilitas aktivitas OHD yang ke  $j$  dilakukan pada periode waktu  $dt_j$  dan diperoleh jika alternatif moda  $i$  dipilih  
 $\beta$  : vektor koefisien  
 $X_{Aji}$  : vektor variabel bebas untuk pilihan aktivitas OHD ke  $j$  ketika alternatif  $i$  dipilih  
 $\varepsilon_{Aji}$  : variabel acak dari utilitas aktivitas OHD yang ke  $j$   
 $t_{ji}$  : waktu untuk melakukan aktivitas OHD yang ke  $j$

Proses estimasi parameter model utilitas alokasi waktu dan pemilihan moda perjalanan sebagai berikut :

1. Nilai parameter  $\beta$  yang terdapat pada persamaan (4) yang diperoleh dengan cara menyelesaikan persamaan regresi linier dari persamaan perbandingan seperti yang diuraikan pada persamaan (5). Perbandingan antara durasi dari aktivitas ( $t_{Aji}$ ) dan *open periode* ( $dt_j$ ) atau waktu antara 2 aktivitas sebelum dan sesudah aktivitas-aktivitas pilihan diluar rumah (OHD) sama dengan perbandingan  $\alpha_{Aji}$  dan  $\sum_{j=1}^J \alpha_{Aji}$

$$\ln \left[ \frac{t_{Aji}}{t_k - t_{k-1} - t_{trip}} \right] = \beta(X_{Aji} - X_{Aji'}) + (\varepsilon_{Aji} - \varepsilon_{Aji'}) \quad (5)$$

- $t_{Aji}^*$  : durasi dari aktivitas OHD yang ke  $j$   
 $t_k$  : waktu mulai aktivitas setelah aktivitas-aktivitas OHD  
 $t_{k-1}$  : waktu akhir aktivitas sebelum aktivitas-aktivitas OHD  
 $t_{trip}$  : waktu perjalanan pada periode waktu  $dt_j$   
 $\varepsilon_{Aji'}$  : variabel acak dari utilitas aktivitas-aktivitas OHD selain aktivitas ke  $j$

2. Setelah diperoleh nilai parameter  $\beta$ , di tentukan nilai durasi optimum dari seluruh aktivitas *discretionary* untuk setiap alternatif ( $i = 1,2,\dots,12$ ) dengan cara memaksimalkan utilitas dari aktivitas  $UA_i$  (persamaan 3). Dengan kendala :

$$\sum_j t_{Aji} = t_k - t_{k-1} - t_{trip} \quad (6)$$

Durasi optimum dari seluruh aktivitas *discretionary* untuk setiap alternatif ( $i=1,2,\dots,12$ ) :

- $t_{ji}^*$
3. Setelah diperoleh nilai parameter  $\beta$  dan nilai utilitas maksimum dari aktivitas berdasarkan durasi optimum  $t_{ji}^*$  dari seluruh aktivitas *discretionary* untuk setiap alternatif ( $i = 1,2,\dots,12$ ), substitusi persamaan utilitas (5) pada model multinomial logit, sebagai berikut :

Model Multinomial Logit :

$$P_r(i) = \frac{\exp \left[ \gamma X_i + \mu \sum_{j=1}^J \exp(\beta X_{Aji}) \ln(t_{ji}^*) \right]}{\sum_{i=1}^{12} \exp \left[ \gamma X_i + \mu \sum_{j=1}^J \exp(\beta X_{Aji}) \ln(t_{ji}^*) \right]} \quad (7)$$

- $\gamma$  : vektor koefisien  
 $X_{Aji}$  : vektor variabel bebas untuk pilihan aktivitas OHD ke  $j$  ketika alternatif  $i$  dipilih

$\hat{\beta}$  : estimasi vektor koefisien

$t^*_{ji}$  : durasi optimum dari aktivitas OHD yang ke  $j$

### HASIL ESTIMASI PARAMETER MODEL

Parameter-parameter model diestimasi dengan menggunakan data yang dijelaskan pada bagian 2. Pada tahap pertama, data alokasi waktu aktivitas pilihan diluar rumah, digunakan untuk estimasi vektor parameter  $\beta$  dengan menggunakan *ordinary least-squares regression*. Diantara ketiga periode waktu pengamatan hanya satu periode yang dimodelkan yaitu model pemilihan moda pada waktusetelah pulang ke rumah dari aktivitas wajib yaitu bekerja. Data-data aktivitas pilihan untuk 150 orang responden tersebut direkapitulasi untuk melakukan estimasi nilai vektor parameter  $\beta$ . Variabel-variabel bebas yang digunakan, dijelaskan pada tabel 1 dan hasil estimasi parameternya dijelaskan pada tabel 2 dan tabel 3. Tidak semua variabel bebas dalam model signifikan, hal ini disebabkan karena adanya korelasi antar variabel bebas dan rendahnya korelasi variabel bebas dan terikat. Berdasarkan nilai koefisien variabel bebas yang diperoleh dari model, beberapa atribut individu dan keluarga serta atribut aktivitas yang paling mempengaruhi utilitas alokasi waktu aktivitas pilihan yang dimodelkan adalah responden dengan tipe pekerjaan PNS cenderung mempunyai waktu yang singkat untuk aktivitas olah raga sedangkan untuk aktivitas belanja responden perempuan cenderung mempunyai nilai alokasi waktu aktivitas yang lebih lama dibandingkan laki-laki. Aktivitas meeting akan meningkatkan nilai utilitas alokasi waktu aktivitas pilihan untuk responden dengan tipe pekerjaan pegawai swasta. Peningkatan nilai tingkat kesenangan melakukan aktivitas akan meningkatkan alokasi waktu aktivitas hiburan ke mall. Responden dengan jenis pekerjaan wirausaha akan mempunyai alokasi waktu yang lebih lama untuk aktivitas yang bersifat sosial.

Berdasarkan nilai estimasi parameter model utilitas aktivitas dan nilai alokasi waktu optimum  $t^*_{ji}$  untuk aktivitas-aktivitas yang diamati, maka diperoleh nilai estimasi parameter model multinomial logit seperti yang dijelaskan pada tabel 3 berikut.

**Tabel 1.** Variabel Bebas yang Digunakan Dalam Model Utilitas Alokasi Waktu dan Multinomial Logit

Atribut Alternatif	Variabel Bebas
Atribut Individu dan Rumah Tangga	Jenis kelamin, jenis pekerjaan, jumlah anak, pendapatan rumah tangga, kepemilikan mobil dan motor.
Atribut Aktivitas	Sifat – sifat aktivitas : hobby, sosial, rutin dan tingkat kesenangan
Atribut Perjalanan	Waktu tempuh dari kantor dan rumah, jumlah pergantian moda, biaya perjalanan dan joint tour

**Tabel 2.** Estimasi Parameter Model Regresi Alokasi Waktu Aktivitas Pilihan yang Dilakukan Setelah Pulang ke Rumah dari Aktivitas Bekerja

Variabel Bebas	Tipe Aktivitas									
	Olah Raga		Belanja		Meeting		Hiburan ke Mall		Sosialisasi	
	Koe fisien	t-Stat	Koe fisien	t-Stat	Koe fisien	t-Stat	Koe fisien	t-Stat	Koe fisien	t-Stat
	4.983	2.939	3.091	3.41	1.362	1.512	1.807	2.341	1.117	1.671
Jenis Kelamin	5.045	3.885	3.013	2.061					-0.437	-0.296
Pekerjaan PNS	-5.703	-4.125			1.125	1.982	0.003	0.211		
Pekerjaan Swasta	0.138	0.097	0.098	0.742	2.231	3.221	1.032	1.982	0.657	0.423
Pekerjaan Wirausaha									3.261	2.911
Jumlah anak			0.146	0.853			-0.211	-0.561		
Pendapatan Rumah Tangga					-1.156	-2.341				
Pemilikan mobil	-0.347	-0.406					-0.112	-0.342	2.457	2.391
Pemilikan motor	0.259	0.333								
Hobby	0.011	1.321								
Tingkat kesenangan	0.038	0.429					2.435	3/421	-0.014	-0.321
Rutin			0.322	0.721			2.133	2.541		

**Tabel 3.** Hasil Estimasi Parameter Model Multinomial Logit Pemilihan Moda

Variabel	Koefisien	t-stat
$UA_i$	0.9153	2.2333
Waktu tempuh dari kantor	-0.0251	-0.771
Waktu tempuh dari rumah	-0.0364	-2.152
Jumlah pergantian moda	0.004	0.053
Biaya perjalanan	-0.0023	-4.716
Joint tour	0.8213	2.734

Signifikansi model di tunjukan juga dengan nilai Pseudo  $R^2$ , yang bernilai 0.3 yang setara dengan 0.6 pada model regresi linier dan signifikan secara statistik dari tiap-tiap variabel bebas, ditentukan berdasarkan perbandingan nilai nilai kritis *Wald*. Variabel bebas dikatakan signifikan jika absolut dari nilai statistik *wald* lebih besar dari nilai kritis *wald* untuk tingkat kepercayaan sebesar 95% yaitu 1,96. Hasil model menunjukkan terdapat dua variabel bebas yang tidak signifikan dalam model yaitu variabel waktu tempuh dari kantor dan jumlah pergantian moda. Beberapa variabel yang signifikan yaitu nilai utilitas alokasi waktu mempunyai nilai koefisien positif hal ini berarti alternatif moda dengan nilai utilitas aktivitas yang lebih besar cenderung untuk dipilih. Waktu tempuh dari rumah menuju lokasi aktivitas pilihan mempunyai nilai koefisien negatif yang signifikan, hal ini berarti alternatif moda yang menghasilkan waktu perjalanandari rumah yang lebih singkat

cenderung untuk dipilih. Demikian juga untuk biaya perjalanan yang mempunyai nilai koefisien negatif, semakin besar biaya perjalanan maka pelaku perjalanan akan mengubah pilihan moda. Nilai koefisien variabel *joint tour* yang bernilai positif, menunjukkan alternatif moda yang cenderung untuk dipilih adalah yang bersifat *joint tour*.

Hasil penelitian menunjukkan atribut aktivitas yang dipertimbangkan dalam model menghasilkan model pemilihan moda yang signifikan. Seperti di negara maju, pelaku perjalanan di negara berkembang seperti di Indonesia, mempertimbangkan karakteristik aktivitas dalam melakukan pemilihan moda, terutama karakteristik aktivitas yang terkait dengan jadwal dan alokasi waktu aktivitas dalam satu hari. Penelitian ini hanya fokus pada pemilihan moda untuk melakukan aktivitas pilihan yang dilakukan pada satu periode waktu. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk tipe dan jadwal aktivitas lainnya yang dapat dilakukan dalam periode satu hari.

## KESIMPULAN

Hasil pengumpulan data aktivitas dan perjalanan yang dilakukan di Kota Palembang menunjukkan adanya variasi jadwal waktu melakukan aktivitas dan pilihan moda yang digunakan untuk melakukan aktivitas pilihan diantara waktu melakukan aktivitas wajib. Aktivitas sebelum bekerja didominasi oleh aktivitas belanja dengan moda mobil, untuk aktivitas pada siang hari waktu istirahat didominasi oleh aktivitas makan siang diluar kantor dengan pilihan moda selain mobil dan motor pribadi. Sedangkan untuk aktivitas setelah pulang bekerja didominasi oleh aktivitas hiburan ke mall dengan pemilihan moda mobil pribadi. Kepentingan nilai manfaat dari aktivitas pilihan yang dilakukan dibandingkan dengan perjalanan untuk melakukan aktivitas tersebut ditunjukkan oleh nilai alokasi waktu untuk melakukan aktivitas lebih besar dari alokasi waktu perjalanan baik pada waktu pagi sebelum bekerja, siang hari pada waktu istirahat dan sore hari pada waktu pulang dari bekerja

Hasil pemodelan regresi utilitas alokasi waktu aktivitas menunjukkan terdapat beberapa atribut individu dan keluarga serta atribut aktivitas yang paling mempengaruhi alokasi waktu beberapa aktivitas pilihan yang dilakukan setelah pulang ke rumah dari aktivitas bekerja. Responden dengan tipe pekerjaan PNS cenderung mempunyai waktu yang singkat untuk aktivitas olah raga sedangkan untuk aktivitas belanjaresponden perempuan cenderung mempunyai nilai alokasi waktu aktivitas yang lebih lama dibandingkan laki-laki. Aktivitas meeting akan meningkatkan nilai utilitas alokasi waktu aktivitas pilihan untuk responden dengan tipe pekerjaan pegawai swasta Peningkatan nilai tingkat kesenangan melakukan aktivitas akan meningkatkan alokasi waktu aktivitas hiburan ke mall. Responden dengan jenis pekerjaan wirausaha akan mempunyai alokasi waktu yang lebih lama untuk aktivitas yang bersifat sosial.

Hasil model pemilihan moda menunjukkan terdapat dua variabel bebas yang tidak signifikan dalam model yaitu variabel waktu tempuh dari kantor dan jumlah pergantian moda. Beberapa variabel yang signifikan yaitu nilai utilitas alokasi waktu mempunyai nilai koefisien positif hal ini berarti alternatif dengan nilai utilitas aktivitas yang lebih besar cenderung untuk dipilih. Waktu tempuh dari rumah ke tempat lokasi aktivitas pilihan mempunyai nilai koefisien negatif yang signifikan, hal ini menunjukkan alternatif dengan waktu perjalanan yang lebih singkat dari rumah cenderung untuk dipilih. Demikian juga untuk biaya perjalanan yang mempunyai nilai koefisien negatif, semakin besar biaya perjalanan maka pelaku perjalanan akan mengubah pilihan moda. Nilai koefisien variabel

*joint tour* yang bernilai positif, menunjukkan alternatif moda yang cenderung untuk dipilih adalah yang bersifat *joint tour*.

Pemahaman mengenai perilaku perjalanan yang mengarah pada perilaku disaggregate pemilihan alokasi waktu, jadwal keberangkatan dan moda dalam penelitian ini perlu dikembangkan sebagai dasar pemahaman perilaku perjalanan aggregate berdasarkan aktivitas dari masyarakat perkotaan. Pemahaman perilaku perjalanan aggregate dapat digunakan sebagai alat evaluasi kebijakan di wilayah perkotaan khususnya untuk Kota Palembang.

## REFERENCES

- Ben-Akiva, M., Lerman, 1985. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand., MIT Press, Cambridge, MA.
- Bhat, C.R., and Koppelman, 2005. Activity Based Modeling of Travel Demand. Transportation Research, Vol. 15, No. 1-2, pp. 35-40.
- Bhat, C.R , et.al, 2009. A Comprehensive Model of Workers' Non-Work Activity Time-Use and Timing Behavior, Transportation Research Record, Vol. 2134, pp. 51-62.
- Fujiwara, et.al., 2010. Modelling the Interaction between Activity Participation and Time Use Behaviour over the Course of a Day, Journal EASTS, Vol.8.
- Hensher, D.A.,J.M.Rose, W.H. Greene 2005. Applied Choice Analysis. Cambridge University Press.
- Jones, P.M., Dix, M.C., Clarke, M.I. and Heggie, I.G. 1983.Understanding travel behaviour,Aldershot: Gower.
- Kenneth Train, 2002.Discrete Choice Methods With Simulation.
- Kinnear P.R., C.D. Gray. 2004. SPSS 12 Made Simple. Departemen of Psychology Universitas of Aberdeen.
- Meyer, M. D., and E. J. Miller. 2001.Urban Transportation Planning A Decision-Oriented Approach. McGraw-Hill.
- Timmermans H. et.al., 2006.Progress in Activity-Based Analysis, The 11th IATBR Conference, Kyoto, Japan.
- Yagi,S.,Mohammadian,A, 2009. An Activity-Based Microsimulation Model of Travel Demand in The Jakarta Metropolitan Area, Jurnal of Choice Modelling.
- Yamamoto, T., dan R. Kitamura, 2000. An Analysis of Time Allocation,Departure Time and Route Choice Behavior Under Congestion Pricing79th Annual Meeting of the Transportation Research Board Washington, D.C.

# **KAJIAN SEBARAN PERGERAKAN TRANSPORTASI KAWASAN PESISIR BERDASARKAN KOMODITAS POTENSI KELAUTAN MENGGUNAKAN PEMODELAN METODE GRAVITY (STUDI KASUS PROVINSI JAWA TENGAH - INDONESIA)**

## **Juang Akbardin**

Kandidat Doktor, ST, MT  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Setiabudi No.207 Bandung  
[akbardien@yahoo.co.id](mailto:akbardien@yahoo.co.id)

## **Bambang Riyanto**

Dr. Ir. DEA  
Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Diponegoro  
Jl. Jalan Hayam Wuruk No. 5 - 7 Semarang,  
[Bb\\_Riyanto@yahoo.com](mailto:Bb_Riyanto@yahoo.com)

## **Danang Parikesit**

Professor, Dr. Techn. Ir. MSc. (Eng)  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281  
[dparikesit@ugm.ac.id](mailto:dparikesit@ugm.ac.id)

## **Agus Taufik Mulyono**

Professor, Dr. Ir. MT  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281  
[atm8002@yahoo.com](mailto:atm8002@yahoo.com)

### **Abstract**

Costal area region has potensial economy development that based on commodity sector of that zone characteristic. Sea fishes commodity and its sea product in the costal area are potensial economy that based on the zone by development of transportation movement that based on production of sea product commodities. The commodity of the sea of sea fish and other sea product appropriate MP3EI certainty are one of commodity group principal and strategic goods in the regional internal region of central java province by mean in order to buffer reinforcement structure of economy need in the region on autonomous a scale. To know potential of coastal region movement based on production result by estimate movement generated model that based on sosio economic condition, transportation infrastructure and transport mode in that region. By multiple regression analisis method to the movement generated model that analyzed based on socioeconomic, demography by dominant factor is input and output commodity variable plant kind commodity from various kind of sea fish commodity production and other sea product that is result in the zones at central java province region. The equation is adalah  $\ln Y_i = 3,29 + 1,00 \ln X_1 + 0,103 \ln X_2 + 0,00410 \ln X_3 + 0,0472 \ln X_4 - 0,0006 \ln X_5 + 0,094 \ln X_6 + 0,0063 \ln X_7 - 0,0748 \ln X_8 - 0,0422 \ln X_9 - 0,0192 \ln X_{10} + 0,0900 \ln X_{13}$  by signification model  $R^2 = 0.864$ . Based on movement generated model, trip distribution model can be develop, that result  $T_{id} = 22.496 - 6.4321 \times 10^{-9} X$  by calibration value  $\beta = 6.4321 \times 10^{-9}$ . Trip Distribution model of sea fish commodity and other sea product occurred to the highest movement distance between 100 – 300 km. Trip distribution method is done by comparative between unlimitation constraint of UCGR and limitation trip generation of PCGR. PCGR model has tendency to exact model on the trip distribution because by using that methode is the appropriated characteristic of central java region to rapid development of its commodity production.

**Keywords :** *Trip distribution, coastal area, gravity model*

### **Abstrak**

Kawasan pesisir wilayah pantai mempunyai potensi perkembangan ekonomi berdasarkan sektor komoditas karakteristik zona tersebut. Komoditas ikan laut dan hasil – hasil lautnya dikawasan pesisir merupakan potensi perekonomian berbasis zona dengan perkembangan pergerakan transportasi yang berbasis produksi komoditas hasil – hasil kelautan. Komoditas ikan laut dan hasil – hasil laut lainnya sesuai dengan ketentuan MP3EI merupakan salah satu kelompok komoditas Barang Pokok dan Strategis pada wilayah internal regional Provinsi Jawa Tengah dengan peranan untuk menyangga penguatan struktur kebutuhan ekonomi wilayah tersebut secara mandiri. Dengan mengetahui potensi pergerakan kawasan pesisir berdasarkan hasil produksinya dan mengestimasi Model Bangkitan Pergerakan berdasarkan kondisi sosio ekonomi, kondisi infrastruktur transportasi dan sarana transportasi di wilayah tersebut. Dengan metode analisa regresi berganda model bangkitan pergerakan yang dianalisa berdasarkan faktor dominan variabel output dan input jenis

komoditas dari berbagai jenis produksi komoditas ikan laut dan hasil laut lainnya yang dihasilkan di zona – zona di wilayah Propinsi Jawa Tengah. Persamaan model bangkitan pergerakan adalah  $\ln Y_i = 3,29 + 1,00 \ln X_1 + 0,103 \ln X_2 + 0,00410 \ln X_3 + 0,0472 \ln X_4 - 0,0006 \ln X_5 + 0,094 \ln X_6 + 0,0063 \ln X_7 - 0,0748 \ln X_8 - 0,0422 \ln X_9 - 0,0192 \ln X_{10} + 0,0900 \ln X_{13}$  dengan signifikansi model  $R^2 = 0.864$ . Berdasarkan model bangkitan pergerakan, model sebaran pergerakan dapat dibangun, dengan hasil yang diperoleh  $Tid = 22.496 - 6.4321 \times 10^{-9} X$  dengan hasil klibrasi nilai  $\beta = 6.4321 \times 10^{-9}$ . Model sebaran pergerakan komoditas ikan laut dan hasil – hasil laut lainnya terjadi pada pergerakan pada jarak pergerakan tertinggi antara jarak 100 – 300 km. Metode sebaran pergerakan dilakukan dengan perbandingan antara metode tanpa batasan UCGR dan batasan PCGR. Model PCGR mempunyai kecenderungan model yang tepat pada sebaran pergerakan tersebut karena penggunaan metode tersebut merupakan sesuai karakteristik daerah Jawa Tengah dengan perkembangan pesat dengan produksi komoditasnya.

**Kata Kunci :** Sebaran Pergerakan, Kawasan Pesisir, Model Gravity

## PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara maritim mempunyai potensi ekonomi yang besar dalam usaha pengelolaan hasil ikan laut dan turunan hasil kelautan lainnya. Wilayah pesisir yang mempunyai potensi keekonomian berdasarkan komoditas ikan laut dan hasil – hasil lautnya perlu pengelolaan distribusi yang dihasilkannya, untuk memenuhi kebutuhan daerah – daerah lain yang tidak mempunyai potensi hasil – hasil kelautannya. Provinsi Jawa Tengah yang merupakan salah satu wilayah dipulau jawa mempunyai peranan penting dalam memenuhi kebutuhan komoditas ikan laut dan hasil – hasil lautnya di wilayahnya sendiri atau wilayah disekitarnya. Propinsi Jawa Tengah mempunyai potensi wilayah kelautan berdasarkan letak geografisnya yang mempunyai garis pantai wilayah utara dengan laut jawa dan wilayah selatan dengan samudra Indonesia. Pergerakan transportasi di wilayah utara lebih berkembang maju karena digunakannya wilayah pesisir utara sebagai jalur utama pergerakan transportasi dipulau jawa. Jalur selatan belum berkembang maju karena potensi wilayahnya belum ditunjang dengan peningkatan infrastrukturnya untuk mendukung pengembangan wilayah tersebut, terutama yang berbasis pada potensi wilayah pesisiran. Peningkatan aktivitas ekonomi yang pesat serta permintaan hasil – hasil potensi kelautan perlu mendapatkan perhatian yang serius untuk meningkatkan optimalitas pergerakan barang komoditas tersebut sesuai dengan kondisi kewilayahan dan kecukupan infrastruktur transportasi untuk pengembangan potensi kelautan dan distribusi pergerakan barang komoditasnya.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai maksud memodelkan sebaran pergerakan barang komoditas hasil potensi kelautan di Provinsi Jawa Tengah, dengan tujuan khusus:

1. Identifikasi dan mengestimasi model bangkitan dan tarikan pergerakan sektor komoditas barang potensi kelautan berdasarkan zona – zona di internal Regional Provinsi Jawa Tengah
2. Menganalisa model bangkitan dan tarikan pergerakan sektor komoditas barang potensi kelautan berdasarkan zona – zona di internal Regional Provinsi Jawa Tengah
3. Menganalisa model sebaran pergerakan sector komoditas barang potensi kelautan berdasarkan zona – zona internal regional Provinsi Jawa Tengah
4. Menganalisa Sebaran pergerakan komoditas potensi kelautan terhadap jarak distribusi pergerakannya

## Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## Batasan Masalah

Potensi kelautan dalam penelitian ini dibatasi berdasarkan komoditas ikan laut dan hasil – hasil laut lainnya berdasarkan IO (input – output) komoditas wilayah provinsi Jawa Tengah. Pemodelan sebaran Pergerakan Barang komoditasn ikan laut dan hasil hasil laut lainnya di Provinsi Jawa Tengah di batasi dengan metode pertumbuhan furness dan Metode Gravity Oportunity (GO) dengan metode Tanpa batasan (UCGR) serta Batasan Bangkitan Pergerakan (PCGR). Dengan memperbandingkan hasil dengan kedua metode tersebut.

## KAJIAN PUSTAKA

### Bangkitan Dan Tarikan Pergerakan

Bangkitan dan tarikan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona. Bangkitan dan tarikan pergerakan terlihat secara diagram pada gambar 2, (Wells, 1975), (dalam Tamin, 2000).



Gambar. 2. Bangkitan dan Tarikan pergerakan

### Model Bangkitan -Tarikan Pergerakan

Salah satu pendekatan untuk perencanaan transportasi dalam model perencanaan transportasi empat tahap adalah bangkitan lalu lintas (*Trip Generation*). Bangkitan lalu lintas ini tergantung dari aspek tata guna lahan, transportasi dan arus lalu lintas dapat pula dipergunakan pendekatan secara kuantitatif. Model Trip Generation pada umumnya memperkirakan jumlah perjalanan untuk setiap maksud perjalanan berdasarkan karakteristik tata guna lahan dan karakteristik sosio ekonomi pada setiap zona. Tujuan perencanaan *Trip Generation* adalah untuk mengestimasi seakurat mungkin bangkitan lalu

lintas pada saat sekarang, yang akan dapat dipergunakan untuk prediksi dimasa mendatang. Pemodelan bangkitan lalu lintas (Trip Generation) dipergunakan untuk memprediksi jumlah lalu lintas yang terbangkit untuk suatu kondisi karakteristik zona tertentu. Bangkitan pergerakan adalah jumlah pergerakan yang dibangkitkan oleh suatu zona asal ( $O_i$ ) dan jumlah pergerakan yang tertarik kesetiap zona tujuan ( $D_d$ ) yang terdapat dalam daerah kajian. Bangkitan-tarikan pergerakan sangat dipengaruhi oleh dua aspek yaitu :

### Tipe tata guna tanah

Jumlah aktifitas (dan intensitas) dari tata guna tanah tersebut.

Tipe tata guna tanah mempunyai karakteristik bangkitan pergerakan yang berbeda-beda, yakni:

1. Tipe tata guna tanah yang berbeda menghasilkan pergerakan yang berbeda
  2. Tipe tata guna tanah yang berbeda menghasilkan tipe pergerakan yang berbeda
  3. Tipe tata guna tanah yang berbeda menghasilkan pergerakan pada waktu yang berbeda.
- Faktor-faktor yang mempengaruhi pemodelan bangkitan pergerakan untuk orang dan barang adalah sebagai berikut :

A. *Trip Production* untuk perjalanan manusia dan barang

1. Pendapatan
2. Pemilikan kendaraan
3. Struktur rumah tangga
4. Ukuran rumah tangga
5. Nilai tanah
6. Kepadatan daerah pemukiman
7. Aksesibilitas

B. *Trip Attraction* untuk pergerakan manusia dan barang

1. Luas lantai untuk kegiatan industri, komersial, perkantoran, pertokoan, pelayanan.
2. *Trip Production* dan *Trip Attraction* untuk pergerakan barang
3. Jumlah lapangan pekerjaan, jumlah tempat pemasaran, luas tiap industri.
4. Pemodelan yang digunakan dalam bangkitan pergerakan dibagi menjadi dua bagian yaitu
5. Model analitis (Regresi) ; Model kategori

### Model Interaksi Spasial Transportasi Barang

Model Black (1972) merupakan salah satu model gravity yang memberikan rumusan jumlah volume total transportasi barang menurut jenis komoditi yang diangkut dari suatu tempat ke tempat lain, sebagai berikut (Persamaan 2.2)

$$T_{idk} = \frac{S_{ik} \cdot D_{dk} \cdot f_{id}}{\sum D_{dk} \cdot f_{id}} \quad (1)$$

Dengan :

- $T_{idk}$  = Jumlah komoditi k yang diproduksi di daerah i dan dikirim ke daerah j  
 $S_{ik}$  = Jumlah total pengiriman komoditi k dari daerah i  
 $D_{dk}$  = Jumlah total permintaan komoditi k di daerah j  
 $f_{id}$  = Faktor Friksi/hambatan ( $=1/d_{ij}^\lambda$ )  
 $d_{ij}$  = jarak dari i ke j  
 $\lambda$  = parameter

### Model Gravity (GR)

Dalam Tamin 2000, Metode sintetis (interaksi spasial) yang paling terkenal dan sering digunakan adalah Model Gravity (GR) karena sangat sederhana sehingga mudah dimengerti dan digunakan. Model ini menggunakan konsep gravity yang diperkenalkan oleh Newton pada tahun 1686 yang dikembangkan dari analogi hukum gravitasi.

$$F_{id} = G \cdot \frac{m_i \cdot m_d}{d_{id}^2} \quad \text{dengan } G \text{ adalah konstanta gravitasi} \quad (2)$$

Dalam ilmu geografi, gaya dapat dianggap sebagai pergerakan antara dua daerah; sedangkan massa dapat digantikan dengan peubah seperti populasi atau bangkitan dan tarikan pergerakan, serta jarak, waktu, atau biaya sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan). Jadi, untuk keperluan transportasi, model GR dinyatakan sebagai: (Persamaan 2.23)

$$T_{id} = k \cdot \frac{O_i \cdot O_d}{d_{id}^2} \quad \text{dengan } k \text{ adalah konstanta} \quad (3)$$

Jadi, dalam bentuk matematis, model GR dapat dinyatakan sebagai:

$$T_{id} = O_i \cdot D_d \cdot A_i \cdot B_d \cdot f(C_{id}) \quad (4)$$

Kedua Persamaan pembatas dipenuhi jika digunakan konstanta  $A_i$  dan  $B_d$ , yang terkait dengan setiap zona bangkitan dan tarikan. Konstanta itu disebut faktor penyeimbang :

$$A_i = \frac{1}{\sum_d (B_d \cdot D_d \cdot f_{id})} \quad \text{dan}$$

$$B_d = \frac{1}{\sum_i (A_i \cdot O_i \cdot f_{id})}$$

### Model Tanpa Batasan (UCGR)

Model tanpa batasan atau disebut uncontraint yaitu dengan mendefinisikan kedua pembatas dalam persamaan sebaran pergerakan atau faktor penyeimbang adalah 1

Dengan :

$A_i = 1$  untuk seluruh  $i$  dan  $B_d = 1$  untuk seluruh  $d$ .

### Model Batasan Bangkitan Pergerakan (PCGR)

Model ini sedikitnya mempunyai satu batasan yaitu dengan batasan bangkitan ( $O_i$ ), yaitu total pergerakan yang dihasilkan harus sama dengan total pergerakan yang diperkirakan dari tahap bangkitan pergerakan.

Model tersebut dapat dituliskan sebagai : (Persamaan 5)

$$T_{id} = O_i \cdot D_d \cdot A_i \cdot B_d \cdot f(C_{id}) \quad (6)$$

Metode PCGR mendefinisikan bahwa tarikan pergerakan tidak diperlukan. Dengan menggunakan rumus dasar Model Gravity digunakan ketentuan batasan yang dengan rumus:

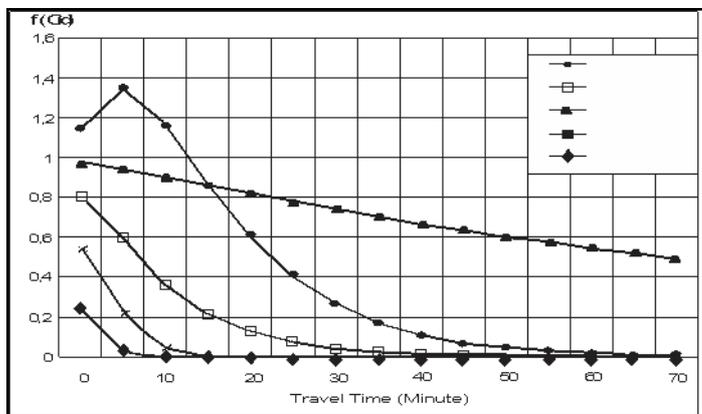
$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (B_d \cdot D_d \cdot f_{id})} \quad \text{untuk seluruh } i \text{ dan } B_d = 1 \text{ untuk seluruh } d$$

Fungsi Hambatan :

Fungsi Hambatan Pangkat=  $f(C_{id}) = C_{id}^{-\alpha}$  (7)

Fungsi Hambatan Ekspontional Negatif=  $f(C_{id}) = e^{-\beta C_{id}}$  (8)

Fungsi Hambatan Tanner=  $f(C_{id}) = C_{id}^{-\alpha} \cdot e^{-\beta C_{id}}$  (9)



Sumber : Tamin , 2000

**Gambar 3.** Grafik Fungsi Hambatan

**Uji Model**

**Uji Korelasi**

Koefisien korelasi adalah suatu tolok ukur seberapa keeratan hubungan antar variabel dalam Model. Koefisien korelasi persamaan regresi linier sederhana adalah sbb:

UJiKorelasi

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^N (X_i) \right)^2 \right] \cdot \left[ N \sum_{i=1}^N (Y_i)^2 - \left( \sum_{i=1}^N (Y_i) \right)^2 \right]}} \quad (10)$$

Uji Determinasi

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{d=1}^N (\hat{T}_{id} - T_{id})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{d=1}^N (\hat{T}_{id} - T_i)^2} \quad i \neq d \quad (11)$$

Ilustrasi Matrik Sebaran Pergerakan

**Tabel 1** Ilustrasi Matrik Sebaran Pergerakan

Zona	1	2	3	...	N	O <sub>i</sub>
1	T11	T12	T13	...	T1N	O1
2	T21	T22	T23	...	T2N	O2
3	T31	T32	T33	...	T3N	O3
⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
N	TN1	TN2	TN3	...	TNN	ON
D <sub>d</sub>	D1	D2	D3	...	DN	T

Sumber : Tamin, 2000

### Kalibrasi Model Gravity

Kalibrasi Model Gravity Metode Regresi Linier dengan fungsi hambatan *eksponential negative* Metode kalibrasi dengan analisa regresi linear untuk mencari parameter model dilakukan melalui tahapan pada persamaan berikut,: (tamin, 2000)

$$\begin{aligned} \exp(-\beta C_{id}) &= \frac{T_{id}}{A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d} \\ \log_e(\exp(-\beta C_{id})) &= \log_e \left[ \frac{T_{id}}{A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d} \right] \\ -\beta C_{id} &= \log_e T_{id} - \log_e (A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d) \\ \log_e T_{id} &= \log_e (A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d) - \beta C_{id} \end{aligned} \tag{12}$$

Dengan Transformasi linier maka :  $\log_e T_{id} = Y_i$  dan  $C_{id} = X_i$

$$\begin{aligned} -\beta = B &= \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i \cdot Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i^2) - \left( \sum_{i=1}^N (X_i) \right)^2} \\ A = \bar{Y} - B\bar{X} \end{aligned} \tag{13}$$

## METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan pada penelitian model sebaran pergerakan suatu wilayah yang sangat luas yang banyak dipengaruhi faktor –faktor guna lahan pada masing – masing zona memerlukan banyak data dan informasi yang sangat kompleks untuk keakuratannya. Dalam penelitian ini studi pemodelan sebaran pergerakan menggunakan data sekunder sehingga untuk menseederhanakan digunakan perkembangan zona – zona atau kota didalam Provinsi Jawa Tengah dengan perkembangannya.

Penentuan Variabel Model Bangkitan dan Tarikan

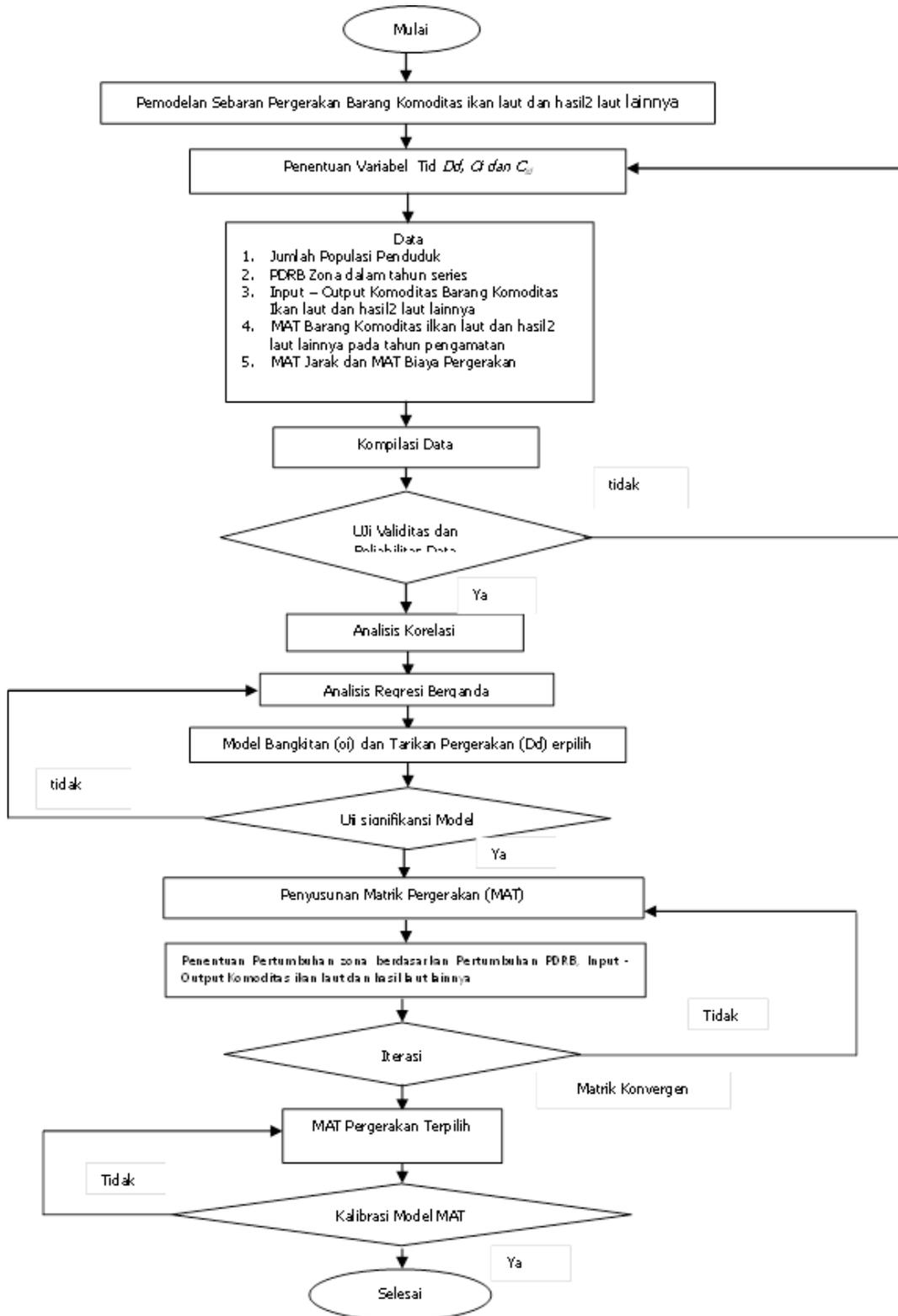
### Variabel Dependen

Y1 = O<sub>i</sub> = Bangkitan Pergerakan Komoditas Barang Komoditas ikan Laut dan Hasil laut lainnya

**Variabel Independen**

- X1 = Variabel bebas penduduk
- X2 = Variabel bebas PDRB
- X3 = Variabel bebas barang berdasarkan IO Komoditas ikan laut dan hasil – hasil laut lainnya
- X4 = Variabel bebas panjang jalan nasional di Kabupaten atau Kota di Jawa Tengah
- X5 = Variabel bebas panjang jalan propinsi di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X6 = Variabel bebas panjang jalan kabupaten di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X7 = Variabel bebas kondisi jalan baik di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X8 = Variabel bebas kondisi jalan sedang di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X9 = Variabel bebas kondisi jalan rusak di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X10 = Variabel bebas kondisi jalan rusak berat di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X11 = Variabel bebas jumlah kendaraan barang di Kabupaten dan Kota di Jawa Tengah
- X12 = Variabel bebas jumlah kendaraan barang dengan kepemilikan status perseorangan
- X13 = Variabel bebas jumlah kendaraan barang dengan kepemilikan status perusahaan
- $b_0$  = konstanta

**Diagram Alir Pikir Penelitian**



**Gambar 5. Diagram Alir Penelitian**

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Estimasi dan Pemodelan Bangkitan dan Tarikan Pergerakan Barang Komoditas Ikan Laut dan hasil – hasil laut lainnya

Variabel sosio-ekonomi, kondisi infrastruktur (prasarana) dan kondisi sarana (moda) yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Proyeksi berdasarkan kecenderungan (trend), yaitu berdasarkan kecenderungan historis perkembangan parameter variabel independen yang didefinisikan. Proyeksi berdasarkan pola yang ingin dituju, yaitu berdasarkan arah pembangunan yang ingin dicapai, umumnya prediksi ini dikaitkan dengan rencana penataan ruang dan strategi pengembangan ekonomi dalam RTRW dan rancangan MP3EI. Distribusi perjalanan pada masa yang akan datang dalam bentuk MAT diperoleh dengan memasukan estimasi variabel-variabel yang diterima kedalam model. Bangkitan/tarikan perjalanan pada masa yang akan datang dapat diprediksi dengan menggunakan metode regresi linear berganda berdasarkan pada beberapa variabel – variabel kondisi kewiyahan pesisir tersebut. Wilayah studi dibagi ke dalam zona-zona, sesuai dengan asumsi dalam pemodelan transportasi yaitu bahwa pergerakan mulai dan berakhir dari/ke suatu titik dalam zona yang biasa disebut sebagai pusat zona (*zone centroid*). Sedangkan penentuan sistem zona (termasuk batas-batasnya) didasarkan pada sistem batas administratif (Kabupaten dan Kota).. Pembagian zona tersebut didefinisikan dari jumlah kabupaten dan kota yang ada di Jawa Tengah.

### Model Bangkitan Pergerakan :

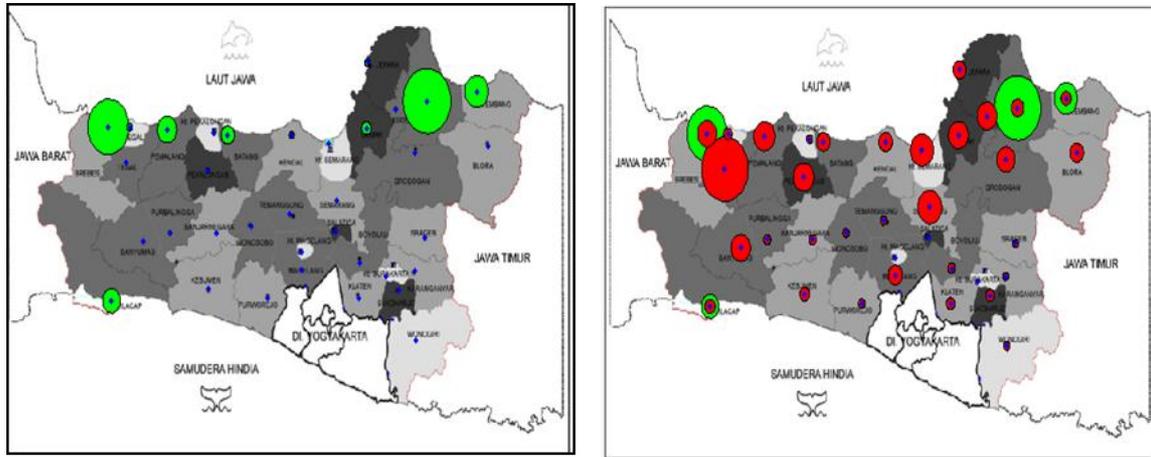
**Tabel 2** .Uji Validasi dan Uji Asumsi Regresi Berganda Bangkitan Pergerakan Komoditas Ikan laut dan hasil laut lainnya

```

The regression equation is
Ln Yi = 3,29 + 1,00 Ln X1 + 0,103 Ln X2 + 0,00410 Ln X3 + 0,0472 Ln X4 -
0,0006 Ln X5 + 0,094 Ln X6 + 0,0063 Ln X7 - 0,0748 Ln X8 - 0,0422 Ln X9 -
0,0192 Ln X10 + 0,0900 Ln X13
┌
Predictor      Coef    SE Coef    T      P      VIF
Constant      3,287    1,986    1,65    0,112
X1             1,0039   0,1353    7,42    0,000    5,9
X2             0,10297  0,08946   1,15    0,262    1,7
X3            -0,004101  0,003138 -1,31    0,204    1,5
X4            -0,04722  0,03358  -1,41    0,173    1,9
X5            -0,00056  0,05352  -0,01    0,992    3,2
X6            -0,0939   0,1255   -0,75    0,462    5,9
X7            -0,00632  0,07302  -0,09    0,932    2,1
X8            -0,07482  0,08399  -0,89    0,382    3,4
X9            -0,04218  0,08705  -0,48    0,633    5,4
X10           -0,01921  0,02682  -0,72    0,481    1,5
X13           -0,09003  0,06459  -1,39    0,177    1,8
┌
S = 0,197100    R-Sq = 90,8%    R-Sq(adj) = 86,4%
┌
Analysis of Variance
Source      DF      SS      MS      F      P
Regression  11    8,79464  0,79951  20,58  0,000
Residual Error  23    0,89352  0,03885
Total      34    9,68815
    
```

Sumber : Hasil Analisa Data

Dari persamaan model bangkitan dan tarikan yang dihasilkan maka dapat ditentukan nilai bangkitan dan tarikan masing – masing zona internal regional yang di di notasikan  $O_i$  dan  $D_d$ :



Sumber : Hasil Analisis Komputasi

■ : Bangkitan Pergerakan ; ■ : Tarikan Pergerakan

**Gambar 6.** Estimasi dan Perbandingan bangkitan dan tarikan pergerakan barang komoditas ikan laut dan hasil laut lainnya

#### Model UCGR (Model Tanpa Batasan)

$$T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id}) \quad (14)$$

Dengan menggunakan fungsi hambatan eksponensial negatif tahapan perhitungan metode UCGR adalah sebagai berikut untuk hasilkan matrik model UCGR yang dihasilkan:

$$\begin{aligned} T_{1,1} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta(C_{1,1})) \\ T_{1,2} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta(C_{1,2})) \\ T_{1,3} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_3 \cdot D_3 \cdot \exp(-\beta(C_{1,3})) \\ &\dots \\ T_{2,1} &= O_2 \cdot A_2 \cdot B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta(C_{2,1})) \\ &\dots \\ T_{35,35} &= O_{35} \cdot A_{35} \cdot B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta(C_{35,35})) \end{aligned} \quad (15)$$

Dengan menggunakan persamaan dasar model gravity tersebut, perhitungan iterasi matrik dilakukan dengan pemrograman komputasi dengan MATLAB 2012 sehingga mendapatkan nilai  $\beta$  pada kondisi matrik yang konvergen.

Tahapan yang sama dilakukan pada fungsi hambatan pangkat dan tanner dengan prosedur perhitungan pada metode Model UCGR.

**Model PCGR (Model dengan batasan Bangkitan)**

Metode PCGR mendefinisikan bahwa tarikan pergerakan tidak diperlukan. Dengan menggunakan rumus dasar Model Gravity digunakan ketentuan batasan yang dengan rumus:

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (B_d \cdot D_d \cdot f_{id})} \quad \text{untuk seluruh } i \text{ dan } B_d = 1 \text{ untuk seluruh } d \quad (16)$$

Dengan menggunakan fungsi hambatan exponential negative tahapan PCGR adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{[B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta C_{1,1}) + B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta C_{1,2}) + \dots + B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta C_{1,35})]} \\ A_2 &= \frac{1}{[B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta C_{2,1}) + B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta C_{2,2}) + \dots + B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta C_{2,35})]} \\ A_3 &= \frac{1}{[B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta C_{3,1}) + B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta C_{3,2}) + \dots + B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta C_{3,35})]} \\ &\dots \\ A_{35} &= \frac{1}{[B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta C_{35,1}) + B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta C_{35,2}) + \dots + B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta C_{35,35})]} \end{aligned} \quad (17)$$

Nilai  $A_i$  selanjutnya digunakan yang diperoleh digunakan untuk menghitung nilai setiap sel matrik menggunakan rumus dasar model gravity pada persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned} T_{1,1} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta(C_{1,1})) \\ T_{1,2} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_2 \cdot D_2 \cdot \exp(-\beta(C_{1,2})) \\ T_{1,3} &= O_1 \cdot A_1 \cdot B_3 \cdot D_3 \cdot \exp(-\beta(C_{1,3})) \\ &\dots \\ T_{2,1} &= O_2 \cdot A_2 \cdot B_1 \cdot D_1 \cdot \exp(-\beta(C_{2,1})) \\ &\dots \\ T_{35,35} &= O_{35} \cdot A_{35} \cdot B_{35} \cdot D_{35} \cdot \exp(-\beta(C_{35,35})) \end{aligned} \quad (18)$$

Dengan menggunakan persamaan dasar model gravity tersebut, perhitungan iterasi matrik dilakukan dengan pemrograman komputasi dengan MATLAB 2012 sehingga mendapatkan nilai  $\beta$  pada kondisi matrik yang konvergen.

Tahapan yang sama dilakukan pada fungsi hambatan pangkat dan tanner dengan prosedur perhitungan pada metode Model PCGR.

**Uji Statistik Pemodelan Sebaran Pergerakan.**

Perhitungan Matrik O-D dengan menggunakan kebutuhan transportasi selalu menghasilkan (output) dengan tingkat ketelitian tergantung pada beberapa faktor, antara lain adalah model transportasi dan metode estimasi yang digunakan. Untuk mengetahui seberapa baik model yang digunakan yang telah digunakan, perlu dibuat perbandingan antara matrik O – D ( $T_{id}$ ) estimasi dengan Matrik O – D Pengamatan ( $T_{id}$ ). Uji Ketepatan Model secara Statistik (*Goodness-of-Fit-Statistics*)

Penyelidikan terhadap metode – metode statistic yang bisa digunakan untuk membandingkan dua buah matrik Asal – Tujuan (O-D) yang berbeda di tinjau *indicator statistic* untuk melihat ketepatan model (*Goodness-Of-Fit-Statistics Indicator*) yang bisa digunakan untuk membandingkan matrik Asal – Tujuan (O-D) estimasi dengan Matrik Asal – Tujuan (O-D) Pengamatan yaitu :

**Root Mean Square Error (RMSE) dan Standart Deviasi ( $\sigma$ )**

Metode Akar kesalahan kuadrat rata – rata (*root mean square error*) tersebut suatu ukuran kesalahan yang didasarkan pada selisih antara dua buah nilai yang bersesuaian yang didefinisikan sebagai berikut :

$$RMSE = \left| \sum_i \sum_d \frac{(T_{id} - \hat{T}_{id})^2}{N(N-1)} \right|^{1/2} \text{ untuk } i \neq d \quad (19)$$

Dengan standart deviasi dari selisih kedua nilai tersebut didefinisikan sebagai :

$$\sigma / SD = \left| \sum_i \sum_d \frac{(\hat{T}_{id} - T_{id})^2}{N(N-1)-1} \right|^{1/2} \text{ untuk } i \neq d \quad (20)$$

Dengan nilai N yang besar , persamaan diatas akan memberikan hasil yang bisa dikatakan sama, dengan hal ini RMSE bisa disebut dengan standar deviasi ( $\sigma$ ), atau demikian sebaliknya. Indikator RMSE dan ( $\sigma$ ) tidak dapat membandingkan sebuah model yang sama jika diterapkan pada wilayah yang berbeda, karena nilai - nilainya tergantung pada ukuran matrik (jumlah N) dan besarnya ( $T_{id}$ ) . Persentase dari akar kesalahan kuadrat rata – rata (% RMSE) dapat mengatasi permasalahan besarnya ( $T_{id}$ ) dan didefinisikan sebagai : (Tamin, 2000)

$$\% RMSE = RMSE / T_1 * 100$$

Dan dalam bentuk identik, bisa mendefinisikan koefisien variasi (*coefisien of variation /  $C_v$*  ) sebagai :

$$C_v = \frac{\sigma}{T_1 \cdot 100} \quad (21)$$

Dengan :

$$T_1 = \frac{1}{N \cdot (N-1)} \sum_i \sum_d \hat{T}_{id} \text{ untuk } i \neq d$$

Semakin besar nilai RMSE, % RMSE, ( $\sigma$ ), dan  $C_v$  mengartikan makin tidak tepat hasil yang didapat dari model jika dibandingkan dengan pengamatan. (Tamin, 2000)

**Mean Absolute Error (MAE)**

MAE (*mean absolute error*) merupakan nilai mutlak dari kesalahan rata – rata yaitu bentuk ukuran kesalahan yang paling sederhana, didefinisikan sebagai :

$$MAE = \sum_i \sum_d \left| \frac{(\hat{T}_{id} - T_{id})}{N \cdot (N-1)} \right| \text{ untuk } i \neq d \quad (22)$$

Bahwa nilai MAE tersebut kurang sensitive terhadap nilai mutlak kesalahan yang besar dibandingkan dengan RMSE. Semakin besar nilai MAE makin tidak tepat hasil yang didapat dari model jika dibandingkan dengan pengamatan. (Tamin, 2000)

**Koefisiensi Determinasi (coefficient of Determination) / R<sup>2</sup> dan SR<sup>2</sup>**

Koefisien Determinan didefinisikan sebagai :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i \sum_d (\hat{T}_{id} - T_{id})^2}{\sum_i \sum_d (\hat{T}_{id} - T_1)^2} \text{ untuk } i \neq d \quad (23)$$

Dengan :

$$T_1 = \frac{1}{N \cdot (N - 1)} \sum_i \sum_d \hat{T}_{id} \text{ untuk } i \neq d$$

Koefisiensi Determinasi merupakan ukuran ketepatan model yang paling banyak dikenal, tetapi dalam hal ini merupakan ukuran ketepatan model yang paling lemah. Nilai R<sup>2</sup> awalnya digunakan untuk mengukur tingkat ketergantungan linier (*degree of linear dependence*) antar dua buah variabel acak (*random variables*). Tetapi dalam konteks

Pemodelan Matrik sebaran pergerakan  $T_{id}$  dan  $\hat{T}_{id}$  tidak dapat dikatakan berhubungan linier di tinjau dari Model yang digunakan. Koefisien Determinasi (R<sup>2</sup>) mempunyai bobot yang terlalu besar untuk nilai kesalahan mutlak yang besar, dan nilai R<sup>2</sup> yang tinggi tidak bisa didapatkan dari suatu Matrik dengan kesalahan (*errors*) yang kecil dan jumlah sel yang besar tetapi mempunyai hubungan yang kurang kuat pada nilai sel yang kecil. Salah satu cara untuk mengatasi kekurangan tersebut adalah dengan menghitung R<sup>2</sup> dari akar nilai – nilai selnya, yaitu :

$$SR^2 = 1 - \frac{\sum_i \sum_d (\hat{T}_{id}^{1/2} - T_{id}^{1/2})^2}{\sum_i \sum_d (\hat{T}_{id}^{1/2} - T_2)^2} \text{ untuk } i \neq d \quad (24)$$

Dengan :

$$T_2 = \frac{1}{N \cdot (N - 1)} \sum_i \sum_d \hat{T}_{id}^{1/2} \text{ untuk } i \neq d$$

Perbedaan yang besar antara nilai sel matrik estimasi dengan matrik pengamatan akan menyebabkan R<sup>2</sup> dan SR<sup>2</sup> bernilai negative. Makin besar nilai R<sup>2</sup> dan SR<sup>2</sup> makin tepat hasil yang didapat dari model jika dibandingkan dengan pengamatan.

**Normalisasi Indikator – indikator Kesalahan**

Beberapa indicator kesalahan yang disebutkan diatas tidak dapat digunakan untuk membandingkan sebuah model jika diterapkan pada wilayah studi yang berbeda karena nilai – nilainya tergantung pada kondisi local seperti ukuran matrik, dan lainnya.

Untuk tujuan yang disebutkan terakhir ini, indicator – indicator berikut dapat digunakan :

$$\begin{matrix} R^2 & SR^2 \\ \%RMSE & C_r \end{matrix}$$

Normalisasi kesalahan mutlak rata – rata (*normalized mean absolute error / NMAE*)

$$NMAE = MAE / T_1 * 100 \quad (25)$$

Dengan :

$$MAE = \sum_i \sum_d \left| \frac{(\hat{T}_{id} - T_{id})}{N.(N-1)} \right| \text{ untuk } i \neq d$$

$$T_i = \frac{1}{N.(N-1)} \sum_i \sum_d \hat{T}_{id} \text{ untuk } i \neq d$$

**Model Sebaran Pergerakan Komoditas ikan laut dan hasil laut lainnya**

Estimasi parameter model sebaran pergerakan barang pokok dan strategis komoditas Ikan laut dan hasil laut lainnya ditunjukkan pada dibawah ini :

**Tabel. 3.**Kalibrasi Pemodelan Gravity Tanpa Batasan / Model UCGR

Fungsi Hambatan	Kalibrasi Parameter Model		
	B	A	β
Pangkat	-0.34974	25.7404	0.34974
Eksponensial Negatif	-6.4321 x 10 <sup>-9</sup>	22.4961	6.4321 x 10 <sup>-9</sup>
Tanner	-6.4321 x 10 <sup>-9</sup>	22.4961	6.4321 x 10 <sup>-9</sup>

Sumber : Hasil Analisa Pemodelan

**Tabel 4.**Uji Statistik Hasil Pemodelan Gravity tanpa Batasan / UCGR

Fungsi Hambatan	Uji Statistik					
	RMSE	% RMSE	SD	MAE	R <sup>2</sup>	NMAE
Pangkat	298866326 54.1617	312.859	298991979 82.7195	8932108114048063 90000	0.091	9350301477725.74 6
Eksponensial Negatif	209723942 90.7653	219.543	209812117 78.7692	4398413222873233 50000	0.160	4604343020971.49 4
Tanner	209528053 14.4235	219.338	209616145 66.574	4390200505441315 10000	0.217	4595745791408.29 2

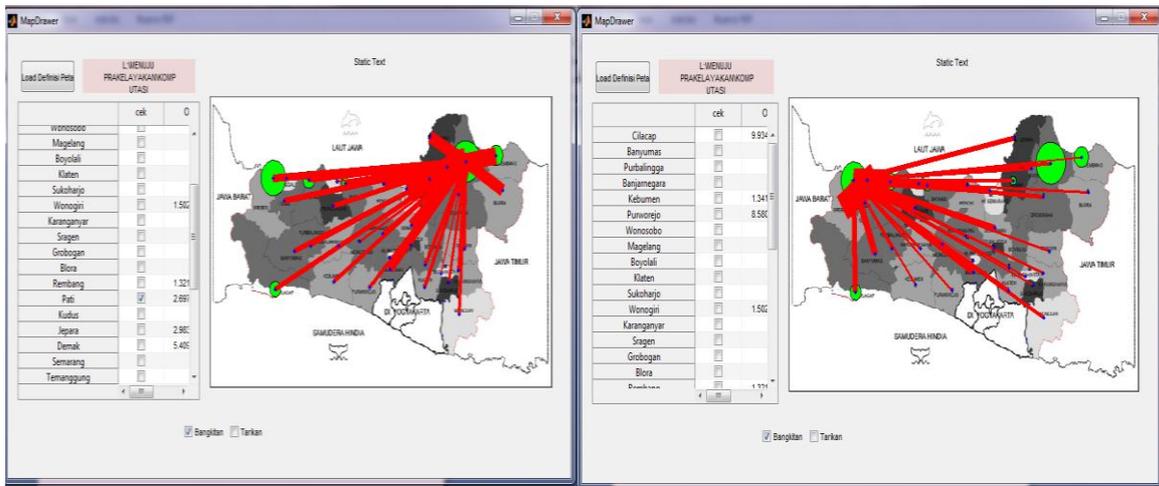
Sumber : Hasil Analisa Pemodelan

Berdasarkan pemodelan sebaran pergerakan tanpa batasan / UCGR diperoleh model terbaik dari model dengan fungsi hambatan Tanner. Dengan indikator ketepatan model yang ditunjukkan pada Tabel 4. selanjutnya dilakukan pemodelan metode PCGR, hasil pemodelan yang ditunjukkan pemodelan PCGR, ditunjukkan model yang terbaik setelah dilakukan kajian pemodelan pada masing – masing metode, parameter model yang ditunjukkan pada Tabel 5 adalah model yang terbaik yang dihasilkan.

**Tabel 5.**Uji Statistik Hasil Pemodelan Gravity Batasan Bangkitan / PCGR

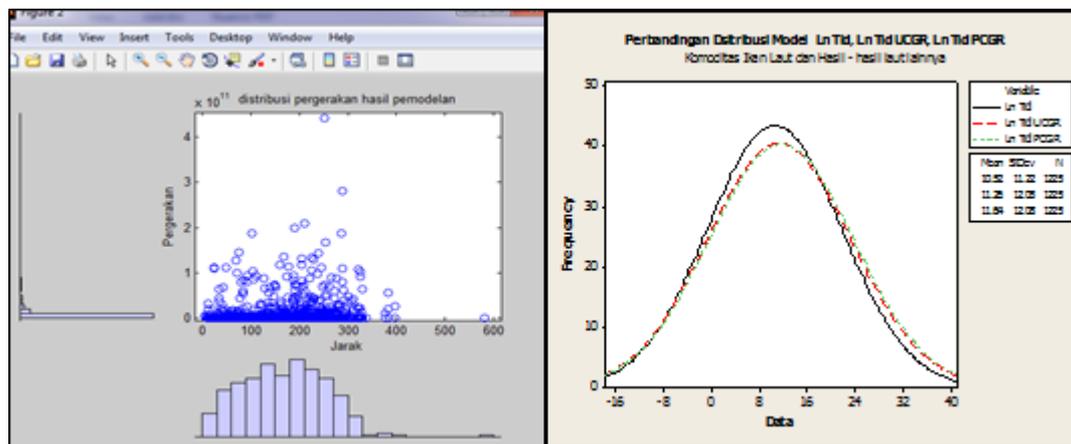
Fungsi Hambatan	Uji Statistik					
	RMSE	% RMSE	SD	MAE	R <sup>2</sup>	NMAE
Eksponensial Negatif	209727514 50.8688	219.5468	209815690 89.0347	4398563034199196 30000	0.1593	4604499846330.59 7

Sumber : Hasil Analisa Pemodelan



Sumber : Hasil Pemrograman Komputasi

**Gambar. 7.** Disire line sebaran pergerakan terbesar pada kawasan pesisir pantai utara .



Sumber : Hasil Pemrograman Komputasi

**Gambar. 8.** Grafik distribusi Perjalanan dengan hasil perbandingan model

Dari hasil Pemodelan sebaran pergerakan menunjukkan bahwa pergerakan komoditas ikan laut dan hasil laut lainnya terjadi antar zona dengan pergerakan tertinggi pada pergerakan dengan jarak 100 – 300 km. Pergerakan dengan jarak 200 km menunjukkan bahwa jarak tersebut merupakan pergerakan yang menunjukkan tingkat optimum pada biaya pergerakan. Pergerakan dengan nilai barang tertinggi pada jarak 100 km menunjukan bahwa daerah hasil produksi dari masing – masing zona lebih efisien di distribusikan pada jarak 100 km dari zona asal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data, studi pemodelan sebaran pergerakan barang komoditas potensi kelautan internal regional di Provinsi Jawa Tengah sebagai berikut :

1. Sebaran pergerakan barang komoditas ikan laut dan hasil laut lainnya sangat di pengaruhi sektor produksi komoditas zona kawasan pesisir pada zona - zona produsen komoditas tersebut.

2. Komoditas ikan laut dan dan hasil – hasil laut lainnya berdasarkan bangkitan pergerakan mempunyai korelasi dengan PDRB cukup kuat dan jumlah penduduk masing – masing zona di wilayah internal regional provinsi Jawa Tengah terhadap input – output komoditas di daerah tersebut.
3. Model Bangkitan Pergerakan  $\ln Y_i = 3,29 + 1,00 \ln X_1 + 0,103 \ln X_2 + 0,00410 \ln X_3 + 0,0472 \ln X_4 - 0,0006 \ln X_5 + 0,094 \ln X_6 + 0,0063 \ln X_7 - 0,0748 \ln X_8 - 0,0422 \ln X_9 - 0,0192 \ln X_{10} + 0,0900 \ln X_{13}$  dengan signifikansi cukup tinggi pada nilai  $R^2 = 0.864$
4. Model Sebaran Pergerakan diperoleh bahwa model dengan fungsi hambatan pangkat mempunyai nilai sigfikansi model yang lebih baik  $\hat{T}_{id} = 22.496 - 6.4321 \times 10^{-9} T_{id}$  dengan dengan nilai beta yang dikalibrasi  $\beta = 6.4321 \times 10^{-9}$
5. Bahwa sebaran pergerakan komoditas ikan laut dan hasil – hasil laut lainnya pada kawasan pesisir Provinsi Jawa Tengah sebagai barang pokok dan strategis mempunyai kecenderungan frekuensi pergerakan didominasi pergerakan antar zona dengan jarak menengah antara 200 – 300 km dengan nilai tertinggi pada pergerakan pada jarak 100 km dari zona asal  $o_i$

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Edward, K. Morlok (1991). Pengantar teknik dan perencanaan Transportasi, cetakan ke empat, Erlangga, Jakarta – Indonesia.
- Friesz, T.L.,J. Gottfried and E.K. Morlok (1986). A Sequential shipper-carrier Network Model for predicting Freight Flows, *Transportation Science*, 20 (1), pp. 80-91
- Ghozali, Imam (2001) Aplikasi Analisis Multivariate dengan IBM SPSS 19, Badan Penerbit Universitas Diponegoro , Semarang
- Holguin-Veras, J. and Thorson, E (2000) Trip length Distributions in Commodity-based and Trip-Based Freight Demand Modelling, *Transportation Research Record* 1707, pp37-48
- Sugiyono, 2002, Statistik Untuk Penelitian, Penerbit CV Alfabeta, Bandung.
- Tamin Z. Ofyar (2000), Perencanaan dan Permodelan Transportasi, Edisi kedua, ITB Bandung.

## ANALISIS KARAKTERISTIK BANGKITAN PERJALANAN PENDUDUK PERUMAHAN BARU BYPASS

**Ryan Rahmadi**

Mahasiswa Planologi  
Universitas Bung Hatta Padang  
081266660686  
Ryanrahmadi62@Yahoo.Com

**Panji eka setiawan**

Mahasiswa Planologi  
Universitas Bung Hatta Padang  
085374147711  
panji@Yahoo.Co.Id

**Zulfuadi Halim**

Mahasiswa  
Universitas Bung Hatta Padang Planologi  
085761624438  
zulfuadihalim@ymail.com

**yudi junialdi**

Mahasiswa Planologi  
Universitas Bung Hatta Padang  
085355138688  
junialdi@ymail.com

### ABSTRAK

Growth and development of the desert city that lasted until the current development of new settlements in the bypass due to reduced carrying capacity of the neighborhoods in the city center, which causes changes in land use are likely to spread. Construction of medium and large scale housing in bypass increases with the rate of population growth. Kelurahan river weaning, District Kuranji become one of the new housing growth point. One of the new housing that is located in the Village of the river weaning Housing jabal rahmah .Perumahan sustainable and have been selected to be a study area because it has a great potential trip generation. It can be seen from the number of houses which amounted to more than a thousand units of the houses are built which is a simple RSS or home healthy. That the higher seizure bypass region has the potential to cause problems such as traffic delays. There needs to be research on the residential trip generation in the bypass. The purpose of this study is to trip generation induced land use jabal rahmah sustainable housing. Movement or movement in one direction of travel is from the origin zone to the destination zone, including the movement of the foot (Tamin, 2000). In this study, the movement in question is a movement with the goal zone is outside the housing complex with purpose regardless of movement or travel. Average movement per day is calculated from the movement of households conducted by the movement of the weekly aggregated daily basis The method used in the study is a quantitative method with a quantitative analysis approach.

**KEYWORDS:** *housing, trip generation*

Pertumbuhan dan perkembangan Kota padang yang berlangsung hingga saat ini Perkembangan permukiman baru di bypass disebabkan berkurangnya daya dukung lingkungan permukiman di pusat kota sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan guna lahan yang cenderung menyebar. Pembangunan perumahan skala menengah dan besar di bypass meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Kelurahan sungai sapih, Kecamatan kuranji menjadi salah satu titik tumbuhnya perumahan baru. Salah satu perumahan baru yang berada di Kelurahan sungai sapih yaitu Perumahan jabal rahmah lestari dan .Perumahan ini dipilih untuk menjadi kawasan studi karena memiliki potensi bangkitan perjalanan yang besar. Hal ini dapat dilihat dari jumlah rumah yang berjumlah lebih dari seribu unit rumah terbangun yang merupakan RSS atau rumah sederhana sehat. Bangkitan yang semakin tinggi dikawasan bypass ini berpotensi menimbulkan masalah seperti tundaan lalu lintas. Perlu adanya penelitian mengenai bangkitan perjalanan perumahan di kawasan bypass. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk bangkitan perjalanan yang ditimbulkan guna lahan perumahan jabal rahmah lestari. Pergerakan atau perjalanan adalah pergerakan satu arah dari zona asal ke zona tujuan, termasuk pergerakan berjalan kaki (Tamin,2000). Dalam penelitian ini, pergerakan dimaksud adalah pergerakan dengan zona tujuan berada di luar kompleks perumahan dengan tanpa membedakan tujuan pergerakan atau perjalanan. Rata-rata pergerakan per hari dihitung dari pergerakan rumah tangga yang dilakukan mingguan dijumlahkan dengan pergerakan yang dilakukan secara harian Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kuantitatif dengan pendekatan analisis kuantitatif.

**KATA KUNCI:** *perumahan, bangkitan perjalanan*

## **PENDAHULUAN**

Menurut UU No. 1 Tahun 2011 menjelaskan tentang pengertian perumahan dan pemukiman, yang mana perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana, dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni. Sedangkan pemukiman adalah bagian dari lingkungan hidup diluar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan dan pedesaan yang berfungsi sebagai tempat tinggal dan lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung peri kehidupan dan penghidupan. pembangunan perumahan juga perlu memenuhi persyaratan sehat dan aman, baik ditinjau dari sisi kesehatan (antara lain kondisi rumah, sanitasi lingkungan, sumber air bersih, dan polusi) maupun keamanan (antara lain kejahatan dan bencana alam).

### **Kriteria Lokasi Pemukiman :**

1. Dalam RTRW Kota Padang 2010 - 2030 kawasan tersebut di tetapkan sebagai daerah dengan peruntukan perumahan dan pemukiman.
2. Kawasan perumahan dan pemukiman yang apabila dikembangkan dapat memberi manfaat bagi pemerintah kota atau kabupaten dalam bentuk :
  - Peningkatan ketersediaan pemukiman yang layak dan terjangkau.
  - Dukungan bagi pembangunan dan pengembangan kawasan fungsional lain yang memerlukan perumahan dan pemukiman.
  - Luas kawasan yang direncanakan mendukung terlaksananya pola hunian berimbang yaitu tidak mengganggu keseimbangan fungsi kawasan serta upaya pelestarian SDA dan skala kegiatannya memberikan kesempatan kerja baru.

Acuan utama panduan ini adalah Undang – Undang nomor 13 tahun 1980 tentang jalan dan Peraturan Pemerintah nomor 26 tahun 1985 tentang jalan. Ruas – ruas jalan yang ditetapkan sesuai dengan fungsinya dapat dipakai sebagai pegangan dan petunjuk seperti untuk kordinasi dengan manajemen sistem transportasi dan tata guna lahan. Koordinasi tersebut dimaksudkan untuk dapat diterapkan penggunaan jaringan jalan sesuai dengan fungsinya, sehingga system transportasi yang efisien disamping keselamatan lalu lintas dapat ditingkatkan/diwujudkan.

## **LANDASAN TEORI**

Penelitian ini dilakukan dalam lingkup administratif Kelurahan Sungai saphi di jalan bypass Kota Padang. Dimana mengenai Fokus utama dalam analisis bangkitan perjalanan adalah dipemukiman, dan bahwa bangkitan perjalanan adalah fungsi dari kegiatan sosial, ekonomi keluarga. Pada tingkat zona analisis lalu lintas, tata guna lahan akan menghasilkan atau membangkitkan perjalanan. Zona juga merupakan tujuan perjalanan, menarik perjalanan. Analisis dari tarikan perjalanan difokuskan kepada tata guna lahan yang bukan pemukiman.

Metode penelitian adalah sebuah tahap dalam pengaplikasian suatu metode yang berhubungan dengan sebuah penelitian yang sesuai dengan permasalahan dan selanjutnya digunakan untuk analisis. Secara umum metode pendekatan yang digunakan dalam studi ini mencakup beberapa tahap kegiatan utama. Berikut adalah tahapan dalam studi penelitian:s

Di dalam tahap persiapan sebuah penelitian mencakup beberapa kegiatan, diantaranya adalah :

- Menetapkan wilayah studi yang diikuti dengan penentuan batas dan luasan kawasan fungsional serta faktor-faktor pemilihan wilayah studi.

Mengidentifikasi jenis kebutuhan data, yang meliputi data primer, data sekunder dan melakukan kajian literatur dengan memasukan teori, hasil studi, makalah, artikel, untuk menentukan variabel-variabel apa saja yang digunakan sebagai dasar bagi penentuan karakteristik bangkitan perjalanan penduduk yang akan digunakan dalam studi di Perumahan.

### **Tahap Survei Data**

Tahap survei data dan koleksi data meliputi kegiatan pengumpulan data seperti yang sudah ditentukan dalam tahap persiapan yaitu terdiri atas data primer dan sekunder

Data primer, jenis data yang diperoleh melalui survey primer. Seluruh data primer ini diperoleh melalui survey langsung ke obyek penelitian (lapangan). Namun sehubungan dengan banyaknya obyek yang akan diteliti, maka dalam studi ini diperlukan suatu sampel guna menghemat waktu dan tenaga. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk hal ini adalah :

#### **1. Penentuan Metode Pengambilan Sampel**

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian adalah *purposive sampling* atau pengambilan 'sampel bertujuan'. Alasan pengambilan sampel bertujuan ini dimaksudkan untuk mengarahkan secara khusus studi penelitian ini. Pemilihan dari populasi dalam rangka memilih sampel yang mempunyai sifat-sifat populasi yang dikehendaki dalam penelitian, sehingga sifat-sifat populasi harus diketahui terlebih dahulu (Singarimbun, 1988:124). Pengambilan sampel ditekankan pada masyarakat Perumahan jabal rahmah lestari yang melakukan pergerakan dari kawasan perumahan menuju tempat aktivitas mereka sehari-hari dengan menggunakan angkutan, baik angkutan pribadi maupun angkutan umum. Jadi penentuan sampel berdasarkan rekomendasi dari setiap Ketua Rukun Tetangga yang bersangkutan sehingga akan didapatkan sampel yang sesuai dengan tujuan penelitian.

#### **2. Penentuan Jumlah Sampel**

Sampel merupakan sebagian yang diambil dalam sebuah populasi yang memiliki karakteristik tertentu (Sudjana, 2005:161). Pengambilan sampel 100% sangat tidak mungkin terjadi karena membutuhkan biaya sangat besar, tenaga kerja yang sangat banyak, juga akan membutuhkan waktu proses yang lama (Bruton, 1985), maka dia menyarankan untuk memakai sampel dalam penyebaran kuisisioner. Dalam penelitian ini diambil sampel sebanyak 20 % dari jumlah populasi di Perumahan.

### **Tahap Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data adalah tahap pencarian informasi atau data-data yang diperlukan sesuai dengan sasaran dan tujuan akhir dari penelitian. Dalam tahap pengumpulan data, ada data yang harus dicari dilapangan yaitu survey lapangan dan ada juga data yang harus dilengkapi dengan membagikan kuisisioner. Berikut adalah teknik-teknik dalam melakukan pengumpulan data:

#### **3. Penyebaran Kuisisioner**

Kuisisioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang diberikan kepada responden dan dijawab sesuai pengetahuan dari responden dengan tujuan untuk mendapatkan informasi / data yang diharapkan (Arikunto, 2006 : 151). Didalam pembagian kuisisioner, tiap-tiap

keluarga mendapatkan satu kuisioner dengan beberapa pertanyaan yang menyangkut karakteristik rumah tangga di Perumahan, dan pembagiannya pun tidak ke semua rumah tangga, namun hanya diambil sampel 185 rumah tangga dari 578 rumah tangga di perumahan tersebut sesuai dengan rekomendasi dari Bruton (1985).

#### 4. Observasi

Tahap dimana peneliti mengamati langsung kegiatan-kegiatan yang ingin diteliti pada suatu objek dengan menggunakan alat indera (Arikunto, 2006:156). Dalam melakukan observasi atau pengamatan, seberapa besarkah bangkitan yang dihasilkan di tata guna lahan Perumahan melihat pergerakan bangkitan yang terjadi, apakah banyak pergerakan internal (masih dalam lingkup area perumahan) atau pergerakan eksternalnya (sudah keluar dari area perumahan) dan melihat tingkat besaran bangkitan dari waktunya.

#### Tahapan Analisis

Metode yang dipakai dalam analisis penelitian ini adalah metode kuantitatif, dengan pendekatan analisis yang dipakai adalah pendekatan disagregat, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memahami setiap atribut/ faktor-faktor yang berpengaruh dalam melakukan pergerakan yang dilakukan setiap individu/ perorangan, karena setiap individu pasti mempunyai tingkatan atribut yang berbeda, sebagai contoh pendapatan pelaku pergerakan, jumlah kendaraan yang dimiliki oleh setiap pelaku pergerakan dan tipe perumahan pada setiap keluarga yang melakukan pergerakan itu pasti akan berbeda. Adapun alat analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah analisis kategori atau klasifikasi silang, yaitu alat yang digunakan untuk mengestimasi atau meramalkan jumlah pergerakan bangkitan orang di masa yang akan datang pada suatu kawasan dengan tata guna lahan tertentu.

## ANALISIS

Dalam penelitian ini pada kawasan studi di jalan bypass kelurahan sungai sapih Kota Padang, dalam RTRW (rencana tata ruang wilayah) Kota Padang 2010-2030 dimana terlampir didalam *rencana struktur ruang mengenai sistem jaringan lalu lintas dan angkutan jalan* yang membahas suatu sistem jaringan eksisting, pola pemanfaatan ruang dan sebaran pusat-pusat pelayanan kota. Berdasarkan rencana yang tertuang di dalam RTRWN (rencana tata ruang wilayah nasional) dan RTRWP (rencana tata ruang wilayah provinsi) provinsi Sumatera Barat jalan Kota Padang

#### Analisis Bangkitan Perjalanan

Model yang digunakan dalam analisis bangkitan perjalanan :

##### 1. Analisis kategori

#### Analisis kategori

Disini tipe rumah tangga dikelompokkan kedalam beberapa kelompok, perjalanan yang dibangkitkan tergantung kepada kelompok keluarga yang ada dalam kategori yang bersangkutan.

Tabel 1. Analisis kategori perumahan jabal rahmah lestari

Jumlah kendraan dalam keluarga	Jumlah anggota keluarga			
	1	2	3	> 4
0	2	5	4	6

Jumlah kendaraan dalam keluarga	Jumlah anggota keluarga			
	1	2	3	> 4
1	3	10	15	20
2	5	10	20	10
3	7	6	20	15
>4	0	5	7	10

Sumber :Hasil Analisis 2014

Dari hasil data diatas maka di dapatkan analisis bangkitan perjalanan pada perumahan jabal rahmah lestari dengan jumlah 185 unit rumah adalah sebagai berikut ini :

Tabel 2. Analisis kategori silang perumahan jabal rahmah lestari

CO	SF	Trip rata''/RT	Jumlah RT	Trip pada RT
0	1	1,1	2	2,2
0	2	1,4	5	7,0
0	3	1,4	4	5,6
0	>4	2,0	6	12,0
1	1	2,5	3	7,5
1	2	3,1	10	31
1	3	4,3	15	67,5
1	4	3,5	20	70
2	1	6,0	5	30
2	2	1,5	10	15
2	3	1,7	20	34
2	>4	1,9	15	28,5
3	1	1,3	7	9,1
3	2	2,5	6	15
3	3	4,3	20	86
3	4	4,6	15	69
>4	1	2,0	0	0
>4	2	4,5	5	22,5
>4	3	5,0	7	35
>4	4	6,5	10	65
<b>JUMLAH</b>				611,9

Sumber :Hasil Analisis 2014

Jadi untuk jumlah perjalanan bangkitan perjalanan pada perumahan jabal rahmah lestari adalah 612 trip/hari.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Panduan Penentuan Klasifikasi Jalan di wilayah perkotaan(1996).Jakarta Direktorat Jendral Bina Marga.
- UU No. 1 Tahun 2011 menjelaskan tentang pengertian perumahan dan pemukiman
- Undang – Undang nomor 13 tahun 1980 tentang jalan dan Peraturan Pemerintah nomor 26 tahun 1985 tentang jalan
- Miro, Fidel. (1997). Sistem Transportasi Kota:Teori dan Konsep Dasar. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Miro, Fidel. (2005). Perencanaan Transportasi Untuk Mahasiswa, Perencana dan Praktisi. Jakarta: Penerbit Erlangga.

# **PENGEMBANGAN MODEL PREFERENSI PERILAKU PEMILIHAN RUTE TRANSPORTASI DARAT DENGAN ANALISIS *CONJOINT* DI KOTA SEMARANG**

**Joko Siswanto, Bambang Riyanto**

Dosen

Jurusan Teknik Sipil dan Magister Teknik Sipil

Universitas Diponegoro

## **Abstract**

The concept of behavioral preferences of consumers in the selection of the transport route is not separated from the analysis to determine the factors to be considered as a preference in choosing the right route and meet consumer desires. The concept of utility road as an assessment of consumer preferences as the traveler can be used as another parameter that can be used as a complement to these elections besides the physical parameters of road network

Many aspects of a utility that allows a determinant of consumer preference studies using the concept of choice in getting multiatribut preference models. Multiatribut analysis in general is an analysis of the use of mostly attributes and by using statistical analysis will result in a more compact model

Research results Preferences Behavioral Model Development Land Transport Route Selection in Semarang Indonesia can be done by using Conjoint analysis multiatribut . Preference route choice behavior in Semarang Indonesia is directly proportional to the convenience factor , the crowd , the facilities , convenience , safety and inversely proportional to the density . Attributes are considered the most important is the ease of attributes , whereas attributes are considered insignificant relative comfort attributes

*Keywords : Preferences , Behavior , Conjoint*

## **Abstrak**

Konsep preferensi perilaku konsumen dalam pemilihan rute transportasi tak lepas dari analisis untuk menentukan faktor yang harus dipertimbangkan sebagai preferensi dalam memilih rute yang tepat dan memenuhi keinginan konsumen. Konsep utilitas jalan sebagai penilaian preferensi konsumen sebagai wisatawan dapat digunakan sebagai parameter lain yang dapat digunakan sebagai pelengkap pemilihan ini selain parameter fisik jaringan jalan

Banyak aspek utilitas yang memungkinkan penentu studi preferensi konsumen dengan menggunakan konsep pilihan dalam mendapatkan model preferensi multiatribut. Analisis Multiatribut secara umum adalah analisis penggunaan sebagian besar atribut dan menggunakan analisis statistik akan menghasilkan model yang lebih kompak

Hasil penelitian Preferensi Pengembangan Model Preferensi Perilaku Pemilihan Rute Transportasi Darat di Semarang Indonesia dapat dilakukan dengan menggunakan analisis conjoint multiatribut. Pilihan perilaku pemilihan rute di Semarang Indonesia berbanding lurus dengan faktor kenyamanan, keamanan, fasilitas, kemudahan keselamatan dan berbanding terbalik dengan kepadatan. Atribut yang dianggap paling penting adalah kemudahan atribut, sedangkan atribut dianggap atribut relatif nyaman signifikan

*Kata kunci: Preferensi Perilaku, Conjoint*

## **PENDAHULUAN**

Perancangan rute transportasi umumnya didasarkan pada optimasi dari berbagai jaringan untuk mendapatkan rute yang optimal. Perancangan rute transportasi selama ini selalu menggunakan pertimbangan optimasi dengan hanya berdasarkan sistem jaringan yaitu hanya mendasarkan pada penentuan rute terpendek ataupun biaya termurah. Parameter tersebut hanya memberikan keterbatasan informasi jika diterapkan pada pemilihan rute transportasi khususnya angkutan umum di perkotaan. Hal ini tak lepas dari kondisi bahwa rute angkutan umum menjadi salah satu rute yang mempertemukan kepentingan penyedia

jasa angkutan dan kepentingan konsumen dan juga kepentingan dari otoritas pengelola transportasi. Rute transportasi umum akan mempertimbangkan faktor banyaknya kemungkinan pengguna jasa transportasi serta kenyamanan dan keamanan yang dapat diperoleh pada rute perjalanan. Uraian tersebut menjelaskan bahwa aspek persepsi mengenai satu ruas jalan dapat menjadi parameter tambahan yang dapat digunakan sebagai penentu rute terpilih.

Konsep perilaku dalam transportasi sudah ditunjukkan oleh Ajzen dan Fishben (1980) dalam konsep perilaku umum maupun model Manheim (1979) yang secara khusus membahas mengenai perilaku perjalanan. Namun penelitian empiris mengenai model tersebut masih perlu dikembangkan mengingat perubahan konsep transportasi juga semakin berkembang.

Konsep preferensi perilaku konsumen dalam pemilihan rute transportasi tak lepas dari adanya analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi pertimbangan sebagai preferensi dalam memilih rute yang tepat dan memenuhi keinginan konsumen. Konsep utilitas jalan sebagai penilaian atas preferensi konsumen sebagai pelaku perjalanan dapat digunakan sebagai parameter lain yang dapat digunakan sebagai pelengkap dari parameter pemilihan rute selain fisik jaringan jalan.

Banyaknya aspek utilitas yang memungkinkan menjadi penentu preferensi konsumen maka konsep penelitian dengan menggunakan multiatribut menjadi pilihan dalam mendapatkan model preferensi. Analisis multiatribut pada umumnya adalah sebuah analisis dengan menggunakan banyak atribut dan dengan menggunakan analisis statistik akan menghasilkan dalam satu model yang lebih ringkas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model preferensi perilaku pemilihan rute dengan mendasarkan pada konfigurasi aspek perilaku atau preferensi perilaku secara multiatribut. Analisis *conjoint* diterapkan untuk mendapatkan kombinasi dari beberapa utilitas jalan yang dapat dipilih oleh pengguna jaringan jalan.

## LANDASAN TEORI

Paradigma yang selama ini digunakan sebagai dasar pemilihan rute adalah dengan mendasarkan pada rute terpendek. Dalam melakukan perjalanan, setiap pengendara akan memilih rute yang memberikan “ongkos” perjalanan yang paling minimum (Black, 1981). Atribut tersebut adalah spesifik untuk tiap ruas jalan (*link*), sehingga tidak bisa diagregasikan untuk ruas yang lebih panjang (Kanafani, 1983). Dengan demikian pemakai jalan akan mengalami kekurangan informasi dalam pemilihan rute, yang menimbulkan perbedaan persepsi diantara pemakai jalan sehingga diperlukan model preferensi perilaku pemilihan rute.

Pada model Stokastik Murni, model ini mendasarkan pada asumsi bahwa para pelaku perjalanan yang akan menggunakan rute alternative, persepsi tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi ruas jalan yang macet, sehingga masing-masing individu pelaku perjalanan memiliki persepsi yang berbeda mengenai rute terbaik (jarak terpendek, waktu tersingkat, dan ongkos termurah). Sebagai akibatnya ada faktor acak dan *variable random* yang sulit untuk diukur seperti *variable* pemandangan alam yang indah, keamanan, kebiasaan, persepsi yang berbeda, kesalahan informasi, dan kesalahan lainnya.

Pada model penggunaan Stokastik, model ini menggabungkan unsur *random* (stokastik) dengan kepadatan arus lalu-lintas pada suatu rute. Model pendekatannya mengikuti fungsi

biaya yang dipengaruhi kepadatan lalu-lintas pada suatu ruas jalan. Setiap ruas jalan memiliki peluang yang sama untuk dipilih pengguna ruas jalan, karena masing-masing pengguna memiliki persepsi yang berbeda-beda (*relative*) terhadap rute pada ruas jalan dengan ongkos perjalanan yang murah.

Masalah transportasi umum pada pemilihan rute juga harus mempertimbangkan keuntungan bagi konsumen dan juga keuntungan bagi penyedia jasa maka pemilihan rute tidak dapat dilakukan dengan hanya mendasarkan pada rute tercepat. Dalam hal ini pertimbangan konsep ekonomi dan psikologi konsumen dalam bentuk perilaku dan preferensi nampaknya juga harus dipertimbangkan. Dengan demikian metode stokastik seringkali digunakan untuk pemodelan pemilihan rute. Pada model stokastik, persepsi dan preferensi dari pengguna rute yaitu konsumen dan pelaku transportasi lain digunakan sebagai informasi penting dalam memilih rute yang terbaik.

Dalam melakukan pemilihan rute, konsumen akan bergantung pada sekumpulan atribut yang ditawarkan yang didasarkan pada kondisi jalan maupun faktor yang berkaitan dengan jalan yang ada. Beberapa atribut perjalanan akan menjadi dasar dalam pemilihan rute, yang disebut sebagai utilitas. Dalam melakukan penilaian, konsumen dianggap selalu bertindak rasional. Nilai utilitas merupakan fungsi dari beberapa atribut pelayanan yang mungkin dipersepsikan dan ditafsirkan secara berbeda bagi setiap individu, sesuai dengan banyaknya informasi yang diterima dan latar belakang sosial ekonomi.

Menurut (Tamin, 1997), secara umum model pemilihan diskrit dinyatakan sebagai peluang setiap individu memilih suatu pilihan merupakan fungsi ciri sosio-ekonomi dan daya tarik pilihan tersebut. Untuk menyatakan daya tarik suatu alternatif, digunakan konsep utilitas. Alternatif tidak menghasilkan utilitas, tetapi didapatkan dari karakteristik dari setiap individu.

Menurut (Ajzen dan Fishbein, 1980), minat berperilaku (*behavior intention*) dipengaruhi oleh sikap dan norma subyektif yang diperoleh pada kombinasi sebagai berikut :

$$B \approx BI = w_1 \sum_i b_i \cdot e_i + w_2 \sum_i n_i \cdot m_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- B : Perilaku nyata
- BI : Minat berperilaku
- w<sub>1</sub> : bobot sikap
- b<sub>i</sub> : keyakinan atas atribut ke i
- e<sub>i</sub> : evaluasi atas atribut ke i
- w<sub>2</sub> : bobot norma subyektif
- n<sub>i</sub> : keyakinan normatif aeribut ke-i
- m<sub>i</sub> : motivasi atas atribut ke-i

Konsep perilaku Ajzen dan Fishbein (1980) adalah merupakan analisis multiatribut. Berdasarkan konsep perilaku dari Ajzen dan Fishbein menunjukkan bahwa perilaku (termasuk perilaku antarmoda) dapat dipengaruhi oleh sikap terhadap berbagai atribut. Kondisi ini menunjukkan bahwa dalam perhitungan berperilaku akan sangat ditentukan oleh kombinasi dari beberapa atribut.

Pada analisis model *Logit Binomial*, pengambilan keputusan dihadapkan pada sepasang alternatif diskrit. Alternatif yang akan dipilih adalah yang mempunyai utility terbesar, utility dalam hal ini dipandang sebagai variabel acak (random). Utilitas bagi pelaku perjalanan yang ditawarkan oleh alternatif rute tertentu adalah ukuran yang menjadi

parameter penilaian bagi pemilihan oleh pelaku perjalanan. Untuk menyatakan beberapa atribut dari alternatif tertentu kedalam suatu total utilitas.

Salah satu analisis statistik yang cocok dalam menerapkan konsep perilaku Azjen dan Fishbein (1980) adalah dengan analisis *conjoint*. Analisis *Conjoint* merupakan teknik analisis multivariate yang secara khusus digunakan untuk mengetahui bagaimana subyek mengembangkan preferensi mereka terhadap beberapa jenis obyek (produk, jasa). Analisis ini didasarkan pada anggapan sederhana dimana konsumen akan mengevaluasi nilai dari sebuah obyek dengan mengkombinasikan beberapa varian nilai yang diberikan oleh masing-masing atribut. Dengan demikian, konsumen dapat memberikan estimasi preferensi yang terbaik dengan menilai obyek yang dibentuk dari kombinasi atribut-atributnya (Hair, *et.al*, 1998). Penilaian subyektif preferensi yang unik untuk setiap individu menjadi konsep dasar dari analisis *Conjoint* dan menjadi konsep dasar dalam pengukuran nilai obyek. Formula analisis *Conjoint* dengan model dasar sebagai berikut:

$$\mu(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{k_i} a_{ij}x_{ij} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- μ(X) adalah seluruh utility dari suatu alternatif
- a<sub>ij</sub> adalah koefisien utility parth-worth atau dari atribut ke-i dan level ke-j
- k<sub>i</sub> adalah banyaknya level atribut i
- m adalah banyaknya atribut
- x<sub>ij</sub> adalah dummy variable atribut ke-i level ke-j

## METODE PENELITIAN

Atribut dan level yang digunakan dalam perancangan pemilihan rute berbasis perilaku pada penelitian ini adalah preferensi konsumen dalam memilih jaringan rute yang dilakukan dengan membangun suatu stimuli berupa kombinasi dari beberapa atribut berdasarkan pada konsep perilaku terhadap transportasi, yaitu :

1. Kepadatan lalu lintas jalan
2. Persepsi kenyamanan jalan
3. Keramaian tepi jalan
4. Persepsi pada fasilitas jalan
5. Kemudahan menjangkau jalur angkutan pengumpan dari rumah/kantor
6. Keamanan jalan

### Teknik Sampling

Besarnya sampel menggunakan *accidental sampling* dan *systematic sampling* yang diambil karena besar populasinya tidak diperkirakan (*infinite*) menggunakan rumus Zikmund (Kuncoro, 2003) sebagai berikut :

$$n = \left( \frac{Z}{E} \right) S \dots\dots\dots(3)$$

keterangan :

n = jumlah sampel

Z = nilai yang sudah distandarisasi sesuai derajat keyakinan

S = deviasi standar sampel atau estimasi deviasi standar populasi

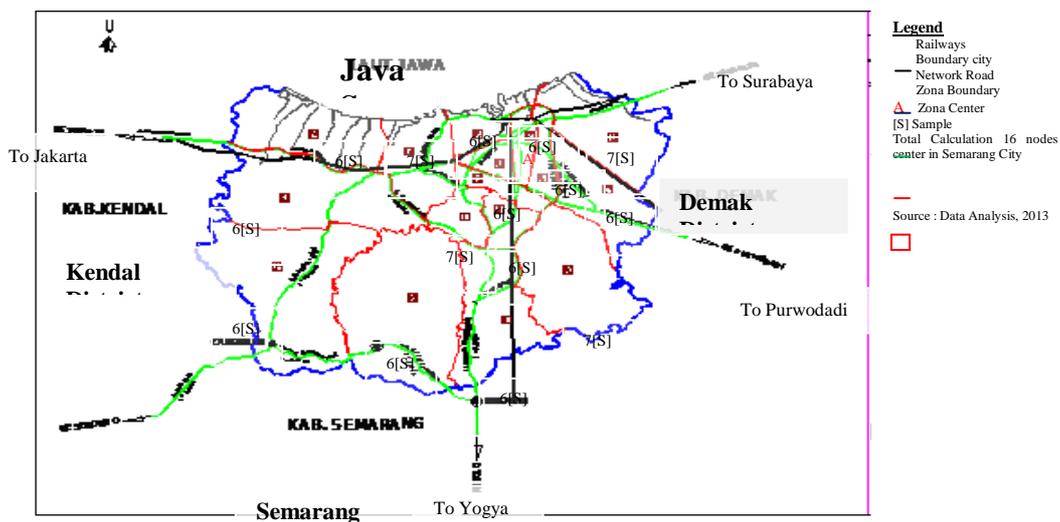
E = tingkat kesalahan yang ditolerir, plus minus faktor kesalahan

Berdasar rumus di atas dengan derajat keyakinan sebesar 1,96 ; deviasi standar sebesar 0,5; dan tingkat kesalahan yang ditolerir sebesar 0,05 ; maka besarnya sampel adalah :

$$n = \left( \frac{(1,96) (0,5)}{0,1} \right)^2 = \left( \frac{0,98}{0,1} \right)^2 = 96,04$$

Populasi pada analisis ini calon pengguna jasa transportasi jalan raya di Semarang juga memiliki jumlah yang tidak bisa diperkirakan (*infinite*). Untuk itu dengan menggunakan rumus di atas, diambil sampling sebesar 100 sampel untuk analisis preferensi di Semarang Indonesia. Sampel diambil dari responden dengan mengisi kuesioner.

Jumlah 100 sampel diambil dari 16 kecamatan di Kota Semarang secara proporsional. Satu kecamatan diambil 6-7 sampel. Lokasi pengambilan sampling seperti gambar berikut.



Picture 1. Map of Semarang City

### Analisis Conjoint

Analisis *conjoint* digunakan untuk menentukan kepentingan relatif yang dikaitkan pelanggan pada atribut yang penting dan utilitas yang mereka kaitkan pada tingkatan atau level atribut (Supranto, 2004). Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan analisis *conjoint* adalah (Supranto, 2004).

Pembentukan stimulus dilakukan dengan menggunakan profil penuh (*full-profile procedure*). Jumlah stimuli yang akan dihasilkan adalah sebanyak  $2^6 = 64$  stimuli yang didapatkan dari perkalian antar jumlah level untuk masing-masing atribut. Stimuli ini kemudian digunakan dalam kuisisioner untuk diurutkan oleh responden. Jumlah stimuli tersebut dirasa terlalu banyak sehingga akan membingungkan responden dalam mengurutkannya. Untuk mengurangi jumlah stimuli yang terlalu banyak tersebut, maka dilakukan reduksi dengan menggunakan *orthogonal array*. Desain ini mengasumsikan bahwa semua interaksi yang tidak penting dapat diabaikan.

Selanjutnya subyek penelitian diminta untuk mengisi rangking preferensi mereka terhadap 16 kombinasi atribut tersebut dengan nilai rangking dimana nilai tertinggi menunjukkan sangat disenangi dan nilai terendah menunjukkan yang paling tidak disenangi.

Dari data hasil preferensi terhadap ke 16 stimuli yang disajikan selanjutnya dilakukan dari analisis *conjoint* akan diperoleh koefisien *part worth* dari masing-masing level atribut. Koefisien *part worth* merupakan nilai dari masing-masing level atribut yang diamati. Urutan peringkat preferensi adalah jumlah total dari nilai masing-masing koefisien level setiap atribut pada seluruh kombinasi atribut. Formulasnya adalah sebagai berikut:

$$Y_b = Xp_1 + Xp_2 + Xp_3 + Xp_4 + Xp_5 + Xp_6 \dots\dots\dots 3)$$

keterangan:

$Y_b$  = adalah seluruh *utility* dari suatu alternatif

$Xp_1$  = partworth level atribut 1

$Xp_2$  = partworth level atribut 2

$Xp_3$  = partworth level atribut 3

$Xp_4$  = partworth level atribut 4

$Xp_5$  = partworth level atribut 5

$Xp_6$  = partworth level atribut 6

Nilai relatif factor menunjukkan besarnya persentase masing-masing atribut terhadap preferensi untuk mengetahui atribut yang paling penting bagi konsumen, dapat dihitung tingkat kepentingan atribut. Tingkat kepentingan atribut adalah selisih utilitas tertinggi dan terendah.

## ANALISIS DAN OUTPUT

Analisis preferensi dilakukan berdasarkan hasil survey terhadap 100 responden pengguna transportasi. Analisis *conjoint* menghasilkan nilai kegunaan (*utility*) masing-masing level tiap atribut dan nilai kepentingannya (*average importance score*). Nilai kepentingan menunjukkan seberapa penting suatu atribut terhadap keseluruhan preferensi. Nilai kegunaan dan nilai kepentingan yang dihasilkan oleh analisis *conjoint* ditunjukkan pada tabel berikut.

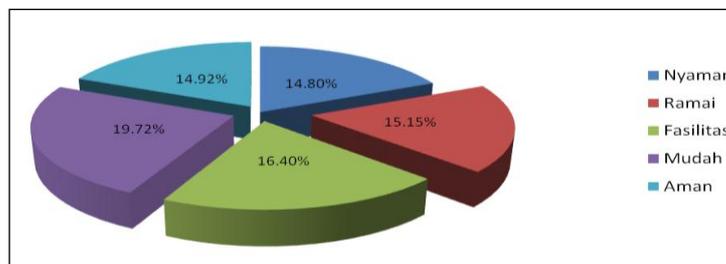
**Tabel 1.** Hasil Analisis Preferensi Jaringan Jalan

No	Atribut	Level	Nilai Kegunaan	Nilai Pelanggan (%)
1	Nyaman	Kurang Nyaman	0.000	14.804
		Nyaman	0.260	
2	Ramai	Tidak Ramai	0.000	15.145
		Ramai	0.596	
3	Fasilitas	Sedikit	0.000	16.395
		Banyak	0.182	
4	Mudah	Kurang Mudah	0.000	19.718
		Mudah	0.154	
5	Aman	Kurang Aman	0.000	14.915
		Cukup Aman	0.535	

6	Padat	Tidak Padat	0.000	19.024
		Padat	-0.213	

Atribut yang dinilai paling penting adalah atribut kemudahan mencapai jalan yaitu dengan persentase kepentingan atribut sebesar 19,718%, sedangkan atribut yang relatif dianggap tidak penting adalah atribut kenyamanan yaitu sebesar 14,804%. Hal ini berarti bahwa pengguna jasa angkutan penumpang pada jaringan rute antarmoda yang pertama adalah memperhatikan kenyamanan jalan, selanjutnya fasilitas jalan, keramaian jalan, keamanan jalan dan kenyamanan jalan.

Jika ditampilkan secara grafik maka nilai kepentingan dari masing-masing atribut disajikan seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Nilai kepentingan atribut

### Urutan Peringkat Preferensi

Urutan peringkat preferensi merupakan urutan kombinasi level atribut dari kombinasi yang paling disukai konsumen hingga kombinasi yang paling tidak disukai konsumen. Urutan kombinasi dilihat dari nilai koefisien *parth worth* dari tiap kombinasi di mana nilai koefisien *parth worth* yang dimaksud adalah akumulasi dari nilai koefisien *parth worth* masing-masing level. Kombinasi atribut yang paling disukai ditunjukkan dengan urutan preferensi 16 dan kombinasi atribut yang paling tidak disukai ditunjukkan dengan urutan 1. Perhitungan koefisien *parth worth* pada masing-masing level dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Urutan Peringkat Preferensi Kombinasi Atribut

Kombinasi	Koefisien Part-worth							Total Koef	Rangking
	Konstanta	Nyaman	Ramai	Fasilitas	Mudah	Aman	Padat		
1	5.7525	0.2597	0.5955	0.0000	0.1538	0.0000	0.0000	6.762	11
2	5.7525	0.0000	0.0000	0.1820	0.0000	0.5352	0.2133	6.256	4
3	5.7525	0.2597	0.5955	0.1820	0.0000	0.0000	0.0000	6.790	12
4	5.7525	0.0000	0.5955	0.0000	0.0000	0.5352	0.0000	6.883	13
5	5.7525	0.2597	0.0000	0.0000	0.1538	0.5352	0.0000	6.701	10
6	5.7525	0.2597	0.0000	0.0000	0.1538	0.0000	0.0000	6.166	3
7	5.7525	0.2597	0.5955	0.0000	0.1538	0.5352	0.2133	7.083	14
8	5.7525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.753	2
9	5.7525	0.0000	0.5955	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.348	5

Kombinasi	Koefisien Part-worth							Total Koef	Rangking
	Konstanta	Nyaman	Ramai	Fasilitas	Mudah	Aman	Padat		
10	5.7525	0.2597	0.0000	0.1820	0.1538	0.0000	0.0000	6.348	5
11	5.7525	0.2597	0.0000	0.1820	0.0000	0.5352	0.2133	6.516	9
12	5.7525	0.2597	0.5955	0.0000	0.0000	0.0000	0.2133	6.394	7
13	5.7525	0.2597	0.5955	0.0000	0.1538	0.5352	0.0000	7.297	16
14	5.7525	0.0000	0.5955	0.1820	0.1538	0.5352	0.0000	7.219	15
15	5.7525	0.0000	0.5955	0.1820	0.1538	0.0000	0.2133	6.471	8
16	5.7525	0.0000	0.0000	0.0000	0.1538	0.0000	0.2133	5.693	1

Hasil penjumlahan koefisien *parth worth* menunjukkan bahwa kombinasi ke 13 merupakan preferensi utama. Hal ini ditunjukkan pada total nilai koefisien yang dimiliki merupakan total koefisien yang terbesar. Secara linier model matematis preferensi pemilihan rute dapat diperoleh sebagai berikut :

$$Y_b = 0,260 Xp_1 + 0,596 Xp_2 + 0,182 Xp_3 + 0,154 Xp_4 + 0,535 Xp_5 - 0,213 Xp_6$$

keterangan:

$Y_b$  = Preferensi perilaku pemilihan rute jalan pengumpul

$Xp_1$  = Nyaman

$Xp_2$  = Ramai

$Xp_3$  = Fasilitas

$Xp_4$  = Mudah

$Xp_5$  = Aman

$Xp_6$  = Padat

### Keakuratan Prediksi

Pengukuran *predictive accuracy* terhadap sampel dibutuhkan dalam analisis *conjoint*. Pengukuran *predictive accuracy* dilakukan dengan menggunakan nilai korelasi antara estimasi variabel dengan aktualnya. Untuk mengidentifikasi keakuratan ini, dapat dilihat pada *correlation coefficient* yang tercermin pada *pearson's R* dan *kendall's tau*. Sesuai hasil analisis *conjoint*, didapatkan seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Korelasi dari *Conjoint*

	Value	Sig.
Pearson's R	0.963	0.000
Kendall's tau	0.923	0.000
Kendall's tau for Holdouts	0.333	0.248

Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa probabilitas (*significance*) < 0,05, maka hal ini berarti bahwa adanya hubungan yang kuat antara hasil estimasi dengan aktual atau adanya *predictive accuracy* yang tinggi pada proses *conjoint*.

## KESIMPULAN

1. Pengembangan Model Preferensi Perilaku Pemilihan Rute Transportasi Darat di Kota Semarang Indonesia bisa dengan analisis multiatribut menggunakan metode *Conjoint*.
2. Preferensi perilaku pemilihan rute di Kota Semarang Indonesia berbanding lurus dengan faktor kenyamanan, keramaian, fasilitas, kemudahan, keamanan dan berbanding terbalik dengan kepadatan.
3. Atribut yang dinilai paling penting adalah atribut kemudahan, sedangkan atribut yang relatif dianggap tidak penting adalah atribut kenyamanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajzen, Icek dan Fishbein, Martin 1980. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Black, John, *Urban Transport Planning : Theory and Practice*, Croom Helm, London, 1981
- Hair, F., J., Anderson, R., E., Tatham, R., L., and Black, W., C., 1998, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall International, Inc New Jersey.
- Kanafani, A., “*Transportation Demand Analysis*”, University of California, Berkeley, 1983.
- Kuncoro, Mudrajad , 2003, *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*, Jakarta : Penerbit Erlangga .
- Manheim Marvin L, *Fundamentals of Transportation System Analysis Vol.1*, Massachusetts Institute of Technology Press, 1979
- Supranto, J., 2004, “*Analisis Multivariat: Arti dan Interpretasi*”, Rineka Cipta, Jakarta.
- Tamin, O.Z. 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, 2nd ed. ITB, Bandung.

## PREFERENSI PEMILIHAN JEMBATAN SELAT SUNDA OLEH PENGENDARA MOBIL PENUMPANG

**Fathonah Maysyarah**  
Magister Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jalan Merdeka 30 Bandung 40141  
Telp: 081320108937  
[gifasta\\_lin@yahoo.com](mailto:gifasta_lin@yahoo.com)

**Tri Basuki Joewono**  
Magister Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jalan Merdeka 30 Bandung 40141  
P: 022-2033691; Fax: +62-22-2033692  
[vftribas@unpar.ac.id](mailto:vftribas@unpar.ac.id)

### Abstract

Merak - Bakauheni is strategic of route for the movement between Java and Sumatra especially for trips between Banten and Lampung. Data on the number of vehicles using the ferry transport between Banten - Lampung in the years 2000-2011 showed an average growth rate 5.99% per year. The purpose of this study is to build a model of infrastructure choice between toll bridge and ferry between Merak - Bakauheni using 'stated preference' techniques. This study develops model of infrastructure choice with variables of fare, travel time, waiting time, and the frequency of possibility of facility disruption. Study results show that waiting time and travel time have significant influence on the decision to choose infrastructure, while fare and possibility of disruption are found not significant. Study also found that Sunda Strait Bridge are selected by majority of respondent.

**Key words:** *Crossing Merak - Bakauheni, Sunda Strait Bridge, Mode Choice*

### Abstrak

Merak - Bakauheni adalah lintasan penyeberangan strategis untuk pergerakan antara Pulau Jawa dan Sumatera terutama perjalanan antara Banten dan Lampung. Data jumlah kendaraan yang menggunakan transportasi ferry antara Banten - Lampung tahun 2000-2011 menunjukkan tingkat pertumbuhan rata-rata mencapai 5,99 % per tahun. Tujuan studi ini adalah untuk membangun model pemilihan infrastruktur Jembatan Tol Selat Sunda dan Penyeberangan Merak - Bakauheni dengan teknik 'stated preference'. Studi ini membangun model pemilihan infrastruktur dengan variabel tarif, waktu perjalanan, waktu tunggu, dan frekuensi kemungkinan gangguan penggunaan fasilitas. Hasil studi ini menunjukkan waktu tunggu dan waktu perjalanan berpengaruh signifikan dalam pemilihan infrastruktur, sedangkan frekuensi gangguan dan tarif tidak ditemukan signifikan. Studi juga menunjukkan bahwa jembatan selat sunda diminati oleh mayoritas responden.

**Kata kunci:** *Penyeberangan Merak - Bakauheni, Jembatan Selat Sunda, Pemilihan Moda*

## PENDAHULUAN

Angkutan Penyeberangan adalah angkutan yang dilakukan untuk melayani lintas penyeberangan yang berfungsi sebagai jembatan bergerak yang menghubungkan jaringan jalan atau jaringan jalur kereta api yang terputus karena adanya perairan, untuk mengangkut penumpang dan kendaraan beserta muatannya seperti tertulis dalam KM No. 32 Tahun 2001 tentang Penyelenggaraan Angkutan Penyeberangan). Di Indonesia, Merak - Bakauheni merupakan lintasan penyeberangan strategis bagi pergerakan antara Pulau Jawa dan Sumatera, khususnya bagi Provinsi Banten dan Lampung (Ditjen LLASDP Kementerian Perhubungan, 2012). Saat ini lintasan Merak - Bakauheni merupakan jalur penyeberangan kapal Ro-Ro terpadat di Indonesia. Jumlah penumpang yang melalui penyeberangan ini meningkat terus dari waktu ke waktu, dimana data jumlah kendaraan yang menggunakan angkutan penyeberangan sejak tahun 2000 hingga tahun 2011 menunjukkan nilai pertumbuhan rata-rata mencapai 5,99% per tahun. Jumlah kendaraan menyeberang pada tahun 2011 mencapai 10.310 kendaraan per hari. Dari jumlah tersebut, sebanyak 3.929 kendaraan (38,10%) merupakan kendaraan penumpang (PT ASDP Cabang

Merak dan Bakauheni, 2012).

Saat ini moda penyeberangan merupakan satu-satunya pilihan moda transportasi yang dapat dipilih oleh penduduk yang akan melakukan perjalanan menggunakan moda darat dari wilayah Jawa khususnya Banten menuju Sumatera khususnya Lampung begitupun sebaliknya. Kondisi yang terjadi saat ini di penyeberangan Banten – Lampung atau Merak – Bakauheni adalah terjadinya antrian yang panjang dan waktu tempuh penyeberangan yang relatif lama, mencapai hingga dua setengah jam untuk menempuh sekitar lima belas mil jarak penyeberangan menggunakan kapal cepat dan kapal Ro-Ro (PT ASDP Cabang Merak, 2012).

Kementerian Pekerjaan Umum hingga tahun 2012 ini masih melakukan perencanaan pembangunan Jembatan Selat Sunda. Kebutuhan biaya konstruksi diperkirakan mencapai 120 Trilyun Rupiah dengan masa konstruksi selama 20 tahun. Jembatandirencanakanakanmenyediakanlayananjalantol yang dilengkapi dengan lintasan rel kereta api. Dengan menggunakan jembatan tol, pengguna akan dapat menyeberang langsung menggunakan kendaraannya dengan waktu tempuh selama sekitar empat puluh menit, sedangkan dengan melalui penyeberangan menggunakan kapal Ro-Ro, pengguna dapat menyeberang dengan waktu tempuh selama dua setengah jam (Kementerian Pekerjaan Umum, Satker Perencanaan Jembatan Selat Sunda, 2012). Berdasarkan metode pemodelan transportasi empat tahap didapatkan hasil proporsi kendaraan akan sebagian besar beralih ke jembatan tol Selat Sunda, yaitu sebesar 67% atau sebesar 13,771 smp/hari (Kementerian Pekerjaan Umum, 2008).

Dengan memperhatikan fakta tersebut, maka dirasa perlu untuk menganalisis pilihan infrastruktur tersebut dengan menggunakan metode yang lain, misalnya *Stated Preference*. *Stated Preference* adalah sebuah pendekatan menyampaikan pernyataan pilihan (*option*) berupa suatu hipotesis untuk dinilai oleh responden, dimanadenganmetodetersebut dapat dilakukan eksperimen kehidupan nyata yang saatibelumada (situasihipotetik) dalam sistem transportasi (Ortuzar and Willumsen, 1994). Dengan menggunakan metode *Stated Preference* akan didapatkan informasi opini calon pengguna untuk memilih infrastuktur apa yang akan dipilih pada masa yang akan datang, sehingga dapat dievaluasi besarnya kecenderungan penggunaan infrastruktur yang ditawarkan. Dalam kasus ini dapat diketahui bagaimana preferensi Jembatan Tol Selat Sunda atau prasarana dan sarana penyeberangan dengan kualitas layanan yang dapat berbeda dengans situasi saat ini. Metode ini juga dapat memprediksi permintaan jasa angkutan yang lebih responsif sesuai dengan permintaan pengguna jasa angkutan, khususnya angkutan jalan (jembatan tol), dan penyeberangan.

Studi ini bertujuan untuk membangun model pemilihan infrastruktur Jembatan Tol Selat Sunda dan Penyeberangan Merak – Bakauheni dengan menggunakan teknik ‘*stated preference*’. Studi ini hanya melakukan pemodelan pergerakan menggunakan mobil penumpang, yaitu pengendara/pengguna mobil penumpang yang berada di Pelabuhan Merak dan Bakauheni yang telah dan akan melakukan penyeberangan. Model akan menggunakan variabel yang digunakan dalam pertimbangan pemilihan infrastruktur adalah waktu tempuh kendaraan, tarif lintas, waktutunggu, dan kualitas pelayanan yang dinyatakandenganpeluangterjadinyagangguanpelayanan. Komponen dan besaran tarif yang digunakan dalam analisis adalah komponen dan besaran tarif resmi eksisting untuk Penyeberangan Merak - Bakauheni, sedangkan untuk tarif Jembatan Tol Selat Sunda digunakan tarif rencana hasil studi yang telah ada, parameter tersebut selama penelitian dianggap tidak berubah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah antrian dan keterlambatan yang terjadi di Pelabuhan Penyeberangan Merak – Bakauheni yang saat ini merupakan satu-satunya alternatif transportasi darat untuk Asal-Tujuan wilayah di Pulau Jawa-Sumatera atau sebaliknya. Agar masalah dapat diselesaikan dengan baik, maka dirancang sebuah alternatif Moda Penyeberangan Menggunakan Jembatan Tol Selat Sunda sebagai Alternatif Penyeberangan yang ada saat ini. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data preferensi pengguna digunakan metode *Stated Preference* (SP).

Survei SP dilakukan di Pelabuhan Merak dan Bakauheni untuk kelompok pengguna penyeberangan pengendara mobil penumpang. Kuisisioner dirancang dengan menggunakan teknik SP berdasarkan kondisi eksisting (sekarang) untuk penyeberangan Merak – Bakauheni dan hipotesa atribut untuk Jembatan Selat Sunda. Format kuisisioner terdiri dari profil responden, karakteristik perjalanan responden saat ini (menggunakan penyeberangan), dan preferensi calon pengguna. Desain atribut yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Pilihan Moda dan Atribut yang Digunakan

Atribut Pemilihan Infrastruktur	Penyeberangan	Jembatan Selat Sunda
Tarif	Rp. 240.000,-	Rp. 380.000,-
	Rp. 360.000,-	Rp. 550.000,-
	Rp. 480.000,-	Rp. 720.000,-
Waktu Perjalanan	1,5 jam	0,5 jam
	2,5 jam	1 jam
	3 jam	1,5 jam
Waktu Tunggu	0,5 jam	0 jam
	1 jam	0,5 jam
	1,5 jam	1 jam
Jumlah Kemungkinan Fasilitas tidak dapat digunakan (dalam satu bulan) saat musim tertentu	0 kali	0 kali
	2 kali	2 kali
	4 kali	4 kali

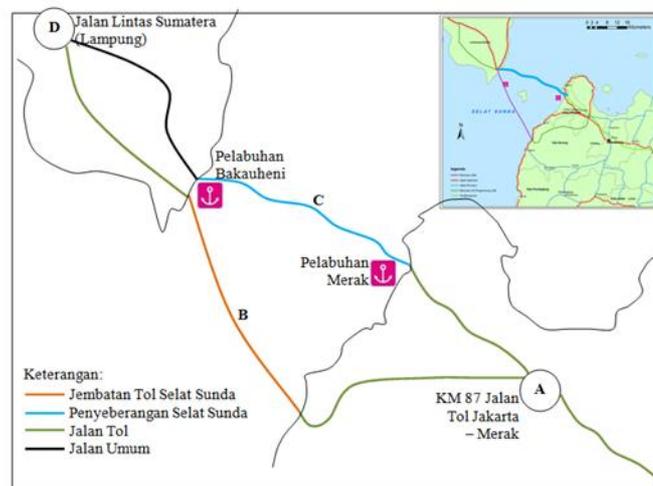
Pada saat studi ini dilakukan, tarif penyeberangan merak-bakauheni sebesar Rp. 232.500,- dan jalan tol akses menuju pelabuhan memiliki tarif Rp. 7.500,-. Menurut hasil studi yang dilaksanakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2012, tarif jembatan tol penyeberangan Rp. 350.000,- dengan tarif jalan tol penghubung jembatan untuk wilayah Merak dan Bakauheni sebesar Rp. 30.000,-.

Waktu perjalanan ditentukan berdasarkan kecepatan masing-masing moda dan jarak rute perjalanan sejauh total 59 km, sehingga didapatkan waktu perjalanan untuk moda penyeberangan (asumsi perjalanan dari arah Kota Jakarta). Perjalanan diawali dengan menggunakan kendaraan di jalan tol penghubung Merak sejauh 15 km selama 13 menit (dengan asumsi kecepatan rata-rata di jalan tol adalah 70 km/jam), dilanjutkan dengan menggunakan kapal Ro-Ro dengan jarak penyeberangan 24 km ditempuh dalam waktu 2 jam (termasuk waktu sandar hingga penumpang dapat turun), dan diakhiri dengan menggunakan kendaraan di jalan penghubung Bakauheni sejauh 10 km selama 15 menit (dengan asumsi kecepatan rata-rata di jalan arteri adalah 40 km/jam). Sehingga total waktu

tempuh normal untuk menyeberang adalah selama 2 jam 28 menit, dengan asumsi tidak terjadi keterlambatan kapal dan lalu lintas di jalan penghubung normal.

Waktu perjalanan menggunakan Jembatan Selat Sunda diasumsikan sama dengan penggunaan penyeberangan, diawali dengan menggunakan kendaraan di jalan tol penghubung Merak sejauh 21 km dan Bakauheni sejauh 7 km selama 24 menit (dengan asumsi kecepatan rata-rata di jalan tol adalah 70 km/jam), dilanjutkan dengan menggunakan jembatan tol sepanjang 31 km ditempuh dalam waktu 31 menit, sehingga total waktu tempuh normal untuk menyeberang adalah selama 55 menit, dengan asumsi lalu lintas normal (tidak terjadi antrian/kemacetan lalu lintas).

Responden yang mencakup para pengguna penyeberangan diberikan pertanyaan imajiner tentang perjalanan dari titik A di KM 87 Jalan Tol Jakarta – Merak hingga titik D di Jalan Lintas Sumatera (Lampung) sebagaimana dideskripsikan pada Gambar 1. Responden diminta untuk memilih moda angkutan apa yang akan digunakan untuk perjalanan tersebut.



Gambar.1. Sketsa Pilihan Perjalanan

Pengelolaan data ini dimulai setelah kuesioner diisi oleh para responden. Proses pengolahan data diawali dengan mengumpulkan lembaran kuesioner yang terisi yang didapat dari hasil penyebaran kuesioner. Sebagai media pengolah data, maka dibuatlah basis data. Basis data dibangun dengan memanfaatkan perangkat lunak statistika. Untuk memasukkan data dengan basis data, maka jawaban pertanyaan diberi kode. Pemberian kode ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam pemasukan data.

Setelah data tersusun dalam basis data, kemudian dilakukan pengolahan data. Pengolahan data terdiri dari beberapa tahap. Pembersihan data merupakan langkah awal dimana dilakukan proses pengeditan data. Proses ini sangat penting untuk dilakukan agar data yang ada dapat dianalisis. Beberapa pertanyaan dalam kuesioner yang tidak terjawab dilakukan pengisian data (*imputation*). Pengisian data dilakukan dengan menggunakan nilai rata-rata yang diambil dari seluruh kuesioner untuk satu pertanyaan yang sama. Hal ini dilakukan agar data yang diperoleh menjadi lengkap. Jika dalam satu kuesioner terlalu banyak pertanyaan yang tidak terjawab, maka kuesioner tersebut tidak digunakan dalam analisis lebih lanjut.

Pendesripsian data dengan menggunakan statistik deskriptif dilakukan untuk menganalisis hasil penelitian, namun tidak dapat digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas. Pendeskripsian data penelitian ini berupa tabel dan gambar. Setelah proses pendeskripsian

data selesai dilakukan, maka dilakukan analisis. Analisis dilakukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan dari tujuan penelitian ini. Analisis dilakukan menggunakan software Biogeme. Adapun fungsi utilitas untuk masing-masing pilihan yang dibuat pertama kali ditampilkan dalam Persamaan 1 dan Persamaan 2.

$$U_{JSS} = \beta_T \times T_{JSS} + \beta_{WL} \times WL_{JSS} + \beta_{WT} \times WT_{JSS} + \beta_P \times P_{JSS} \dots\dots\dots(1)$$

$$U_{PMB} = ASC + \beta_T \times T_{PMB} + \beta_{WL} \times WL_{PMB} + \beta_{WT} \times WT_{PMB} + \beta_P \times P_{PMB} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

- $U_{JSS}$  = Utilitas Penyeberangan Jembatan Selat Sunda
- $U_{PMB}$  = Utilitas Penyeberangan Merak – Bakauheni
- ASC = Konstanta
- T = Tarif (Rp.)
- WL = Waktu Lintas (Jam)
- WT = Waktu Tunggu (Jam)
- P = Performansi berupa jumlah kemungkinan fasilitas tidak dapat digunakan per bulan

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil **survey** di dapat bahwa 96,43% pengguna penyeberangan Merak-Bakauheni saat ini yang mengendarai kendaraan pribadi berjenis kelamin laki-laki. Penggunayang berusia 40 sampai 49 tahun memiliki proporsi 37,11% dan didominasi oleh para pengguna yang memiliki tingkat pendidikan SMU dengan proporsi 58,93%. Jumlah responden terbanyak adalah berprofesi sebagai pengusaha/wiraswasta (61,90%). Dalam hal distribusi pendapatan responden per bulan menunjukkan bahwa 51,19% responden termasuk dalam kelompok masyarakat berpenghasilan antara Rp. 3.000.000,- hingga Rp. 4.500.000,- rupiah. Alokasi biaya transportasi responden sebagian besar adalah pada rentang antara Rp. 500.000,- hingga Rp. 1.000.000,- sebesar 51,19%.

Karakteristik perjalanan responden dikelompokkan berdasarkan tujuan perjalanan tersebut dilakukan, yaitu untuk tujuan sekolah, bekerja, bisnis/usaha, dan sosial/rekreasi. Tujuan perjalanan responden didominasi untuk tujuan bisnis/usaha (46,43%) dan bekerja (20,24%). Selain itu, perjalanan untuk tujuan sosial/rekreasi dan sekolah memiliki proporsi sebanyak 12,50% dan 11,31% responden, secara berurutan. Frekuensi rata-rata melakukan perjalanan menyeberang dalam satu minggu yang dilakukan oleh responden didominasi oleh responden yang hanya melakukan perjalanan untuk sesekali saja atau tidak rutin setiap minggu (87%).

Dari pendapat responden diketahui bahwa 82,74% responden menganggap kualitas pelayanan Penyeberangan Merak-Bakauheni saat ini sudah baik. Berdasarkan hasil wawancara lebih mendalam terhadap responden dapat diketahui bahwa hal tersebut dikarenakan seringnya terjadi kemacetan atau antrian yang panjang menuju pelabuhan dan juga keterlambatan kedatangan kapal sehingga memperpanjang waktu perjalanan.

### Estimasi Parameter

Model yang dibangun adalah multinomial logit dan dibangun berdasarkan masukan dari responden yang terdiri atas 450 responden. Tabel 2 menyajikan hasil estimasi parameter. Pengujian dilakukan terhadap tiga parameter, yaitu parameter tarif, parameter waktu lintas,

dan waktu tunggu. Variabel peluang terjadinya gangguan pelayanan dikeluarkan dari model dikarenakan tidak ditemukan signifikan.

Tabel 2 memperlihatkan uji rasio kemiripan maksimum (*likelihood ratio test*) dari model yang dibangun. Hasil menunjukkan bahwa nilai *likelihood ratio test* sebesar 561,963 mempunyai nilai lebih kecil dari nilai Chi-squared tabel ( $\chi^2_{\text{tabel}}$ ) sebesar 1.201,039. Nilai ini memperlihatkan penerimaan terhadap  $H_0$  dan hasil yang diperoleh dipandang cukup akurat dan telah sesuai dengan data observasinya sehingga layak dipakai untuk analisis selanjutnya. Jika dilihat dari nilai  $-2LL(0)$  sebesar 777,711 dan  $-2LL(\beta)$  sebesar 496,730 terlihat adanya penurunan nilai yang mengindikasikan bahwa model fit dengan data, atau dengan adanya penurunan nilai maka dapat dikatakan bahwa model tersebut baik, karena dengan penambahan atribut atau variabel akan memperbaiki model.

Semua variabel memiliki *p-value* yang lebih kecil dari nilai  $\alpha$  sebesar 0,05. Hal ini dapat diartikan tarif, waktu lintas, dan waktu tunggu mempunyai pengaruh yang berarti terhadap utilitas penyeberang dalam memilih moda untuk menyeberang dan seluruh variabel memiliki tanda sesuai dengan harapan.

Utilitas responden dalam memilih menyeberang menggunakan kendaraan melalui Jembatan Selat Sunda dan menggunakan Kapal Penyeberangan Merak – Bakauheni diperlihatkan pada Persamaan 3 dan Persamaan 4.

$$V_{JSS} = 1,32 - 1,98 \times \text{Tarif}_{JSS} - 0,453 \text{ WL}_{JSS} - 0,0471 \text{ WT}_{JSS} \dots\dots\dots(3)$$

$$V_{PMB} = 1,98 \times \text{Tarif}_{PMB} - 0,453 \text{ WL}_{PMB} - 0,0471 \text{ WT}_{PMB} \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

JSS = Jembatan Selat Sunda

PMB = Penyeberangan Merak – Bakauheni

Tarif = Jumlah biaya perjalanan yang dikeluarkan untuk menggunakan fasilitas/moda penyeberangan (Rp.)

WL = Waktu Lintas (Jam)

WT = Waktu Tunggu (Jam)

**Tabel 2.** Model EstimasiPenyeberanganMelaluiSelatSunda

Variabel	Koefisien	p-value
ASC <sub>JSS</sub>	1,32	0,00
Tarif	-1,98	0,00
Waktu Lintas	-0,453	0,00
Waktu Tunggu	-0,0471	0,74
Null Log-Likelihood	-777,711	
Cte Log-Likelihood	-518,202	
Init Log-Likelihood	-777,711	
Final Log-Likelihood	-496,730	
Log-Likelihood ratio test	561,963	
Rho-square	0,361	
Adjusted rho-square	0,356	

Proporsi perjalanan yang memilih menggunakan Jembatan Selat Sunda (JSS) ditunjukkan pada Persamaan 5. Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dihitung probabilitas penggunaan jalur untuk berbagai situasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan hubungan antara probabilitas penggunaan Jembatan Selat Sunda dimana waktu lintas dan waktu tunggu mempunyai nilai yang tetap yaitu 0,5 jam untuk waktu lintas, dan 0 jam untuk waktu tunggu, sedangkan besaran tarif berubah dari besaran tarif perjalanan menggunakan Jembatan Selat Sunda yang bermula dari Rp. 380.000,- naik menjadi Rp. 500.000,- dan selanjutnya terus meningkat setiap Rp. 100.000,- sedangkan tarif perjalanan menggunakan sarana penyeberangan mempunyai tarif tetap sebesar Rp. 240.000,-.

$$P_{JSS} = \frac{e^{V_{JSS}}}{e^{V_{JSS}} + e^{V_{PMB}}} \dots\dots\dots(5)$$

dengan:

$V_{JSS}$  = Utilitas Jembatan Selat Sunda

$V_{PMB}$  = Utilitas Penyeberangan Merak – Bakauheni

## DISKUSI

Kementerian Pekerjaan Umum dalam laporan hasil studi Pengembangan Model Investasi Pembangunan Jembatan Selat Sunda yang dilaksanakan pada tahun 2012 menghasilkan hasil analisis kelayakan ekonomi berdasarkan kondisi tarif penyeberangan merak-bakauheni sebesar Rp. 232.500,- dan dihasilkan penghematan Biaya Operasional Kendaraan sebesar Rp. 23.500,-.

Hasil analisis kelayakan ekonomi tersebut mengindikasikan nilai kelayakan yang positif, yaitu sebesar 3,18 pada tingkat suku bunga 10%. Namun, nilai EIRR yang dihasilkan relatif masih rendah, yaitu sebesar 10,57%. Hal ini menyiratkan kelayakan ekonomi pembangunan jalan tol Selat Sunda masih kurang dari nilai kelayakan ekonomi yang dipersyaratkan pada umumnya yaitu sebesar 17%.

Selanjutnya dengan menggunakan model dari hasil analisis dalam studi ini dapat diketahui bahwa nilai probabilitas penggunaan Jembatan Selat Sunda dengan skenario Jembatan Selat Sunda memiliki tarif Rp. 380.000,- waktu lintas 0,5 jam dan waktu tunggu 0,5 jam

sedangkan Penyeberangan Merak Bakauheni memiliki tarif Rp. 240.000,- waktu lintas 1,5 jam dan waktu tunggu 0,5 jam adalah 79,86%.

Dengan perubahan besaranpeluang pengguna Jembatan Tol Selat Sunda untuk kelompok kendaraan penumpang, maka dapat dilakukan perhitungan ulang. Hasil analisis ditunjukkan dalam Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan penurunan parameter perhitungan kelayakan. Hal ini secara umum menjelaskan bahwa rencana proyek ini perlu ditinjau ulang dengan menggunakan analisis yang lebih detail.

## **KESIMPULAN**

Studi ini menggunakan pendekatan *Stated Preference* digunakan untuk mengetahui pilihan penggunaan moda lintasan yang akan digunakan untuk menyeberangi Selat Sunda antara Pulau Jawa di Merak dan Pulau Sumatera di Bakauheni. Pilihan yang disediakan adalah menggunakan Jembatan Selat Sunda atau Penyeberangan Merak – Bakauheni yang dilakukan oleh pengendaramobil penumpang. Masing-masing pilihan menyeberang tersebut mempunyai atribut berupa tarif lintas, waktu tempuh, waktu tunggu, serta peluang terjadinya gangguan pelayanan.

Pendekatan *Stated Preference* merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi peristiwa masa depan. Hasil studi menunjukkan bahwa tarif, waktu lintas, dan waktu tunggu mempunyai pengaruh yang berarti terhadap utilitas penyeberang dalam memilih moda untuk menyeberang dan seluruh variabel memiliki tanda sesuai dengan harapan. Studi juga menunjukkan bahwa waktu tunggu adalah variabel yang lebih sensitif dibandingkan dengan atribut waktu lintas dan tarif perjalanan.

Berdasar model ini dapat dilakukan analisis lebih lanjut untuk mensimulasi perubahan-perubahan pada variabel yang ditinjau terhadap kelayakan proyek. Analisis kelayakan dapat dilakukan dengan lebih baik, yaitu berdasarkan pada asumsi permintaan pengguna yang lebih realistis.

**Tabel 3. Perhitungan Ulang Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jembatan Selat Sunda berdasar Nilai Peluang Model MNL**

**Economic Analysis of Selat Sunda Bridge**

base year 2012  
inflation 6%  
routine maint 1,0% every 1 year  
periodic maint 5,0% every 10 year  
(million Rp)

No.	Year	Cash Flow						Net
		Cost			Benefit			
		Design + Constr	O + M	Total	VOC on Tol	Time saving Penyel	Total	
	2012							
	2013							
1	2014	240.000,0		240.000,0				-240.000,0
2	2015	254.400,0		254.400,0				-254.400,0
3	2016	269.664,0		269.664,0				-269.664,0
4	2017	285.843,8		285.843,8				-285.843,8
5	2018	302.994,5		302.994,5				-302.994,5
6	2019	12.000.000,0		12.000.000,0				-12.000.000,0
7	2020	12.720.000,0		12.720.000,0				-12.720.000,0
8	2021	13.483.200,0		13.483.200,0				-13.483.200,0
9	2022	14.292.192,0		14.292.192,0				-14.292.192,0
10	2023	15.149.723,5		15.149.723,5				-15.149.723,5
11	2024	16.058.706,9		16.058.706,9				-16.058.706,9
1	2025	17.022.229,3	170.222,3	17.192.451,6	928.130,1	3.568.954,8	4.497.084,9	-12.695.366,8
2	2026		180.435,6	180.435,6	1.050.028,9	3.815.838,6	4.865.867,5	4.685.431,9
3	2027		191.261,8	191.261,8	1.202.340,2	4.081.871,4	5.284.211,6	5.092.949,8
4	2028		202.737,5	202.737,5	1.393.236,7	4.368.666,4	5.761.903,1	5.559.165,7
5	2029		214.901,7	214.901,7	1.633.552,2	4.677.982,5	6.311.534,7	6.096.633,0
6	2030		227.795,8	227.795,8	1.885.420,9	5.011.737,7	6.897.158,6	6.669.362,8
7	2031		241.463,6	241.463,6	2.262.354,3	5.369.191,5	7.631.545,8	7.390.082,2
8	2032		255.951,4	255.951,4	2.694.500,1	5.752.018,5	8.446.518,7	8.190.567,3
9	2033		271.308,5	271.308,5	3.185.200,9	6.162.011,1	9.347.212,1	9.075.903,6
10	2034		301.152,4	301.152,4	3.736.903,2	6.601.087,7	10.337.990,9	10.036.838,5
11	2035		319.221,6	319.221,6	4.350.891,4	7.071.301,3	11.422.192,7	11.102.971,1
12	2036		338.374,8	338.374,8	5.027.019,9	7.574.849,4	12.601.869,3	12.263.494,5
13	2037		358.677,3	358.677,3	5.760.261,0	8.114.083,7	13.874.344,7	13.515.667,4
14	2038		380.198,0	380.198,0	6.545.499,8	8.691.521,1	15.237.020,8	14.856.822,9
15	2039		403.009,9	403.009,9	7.375.338,2	9.309.854,8	16.685.193,0	16.282.183,2
16	2040		427.190,4	427.190,4	8.419.043,3	9.971.967,3	18.391.010,6	17.963.820,2
17	2041		452.821,9	452.821,9	9.302.008,9	10.681.337,3	19.983.346,2	19.530.524,3
18	2042		479.991,2	479.991,2	10.167.000,1	11.441.349,4	21.608.349,6	21.128.358,4
19	2043		508.790,7	508.790,7	11.073.027,6	12.255.632,0	23.328.659,6	22.819.868,9
20	2044		564.757,6	564.757,6	12.015.766,2	13.128.074,0	25.143.840,2	24.579.082,5
21	2045		598.643,1	598.643,1	12.989.970,6	14.062.844,0	27.052.814,6	26.454.171,5
22	2046		634.561,7	634.561,7	13.989.501,1	15.064.410,6	29.053.911,6	28.419.350,0
23	2047		672.635,4	672.635,4	15.019.276,7	16.137.563,6	31.156.840,3	30.484.205,0
24	2048		712.993,5	712.993,5	16.074.227,7	17.287.437,9	33.361.665,6	32.648.672,1
25	2049		755.773,1	755.773,1	17.148.666,9	18.519.537,5	35.668.204,5	34.912.431,4
26	2050		801.119,5	801.119,5	18.236.345,6	19.839.763,1	38.076.108,7	37.274.989,2
27	2051		849.186,7	849.186,7	19.330.526,3	21.254.105,3	40.584.631,6	39.735.445,0
28	2052		900.137,9	900.137,9	20.490.357,9	22.769.273,5	43.259.631,4	42.359.493,5
29	2053		954.146,1	954.146,1	21.719.779,4	24.392.455,3	46.112.234,7	45.158.088,6
30	2054		1.059.102,2	1.059.102,2	23.022.966,2	26.131.351,0	49.154.317,1	48.095.214,9
31	2055		1.122.648,3	1.122.648,3	24.404.344,1	27.994.209,5	52.398.553,6	51.275.905,3
32	2056		1.190.007,2	1.190.007,2	25.868.604,8	29.989.868,0	55.858.472,7	54.668.465,5
33	2057		1.261.407,7	1.261.407,7	27.420.721,1	32.127.793,4	59.548.514,5	58.287.106,8
34	2058		1.337.092,1	1.337.092,1	29.065.964,3	34.418.127,9	63.484.092,2	62.147.000,1
35	2059		1.417.317,7	1.417.317,7	30.809.922,2	36.871.736,3	67.681.658,5	66.264.340,8
36	2060		1.502.356,7	1.502.356,7	32.658.517,5	39.500.258,2	72.158.775,7	70.656.418,9
37	2061		1.592.498,1	1.592.498,1	34.618.028,6	42.316.162,8	76.934.191,3	75.341.693,2
38	2062		1.688.048,0	1.688.048,0	36.695.110,3	45.332.808,3	82.027.918,6	80.339.870,6
39	2063		1.789.330,9	1.789.330,9	38.896.816,9	48.564.505,3	87.461.322,2	85.671.991,3
40	2064		1.986.157,3	1.986.157,3	41.230.625,9	52.026.584,3	93.257.210,2	91.271.053,0
41	2065		2.105.326,7	2.105.326,7	43.704.463,5	55.735.468,9	99.439.932,4	97.334.605,7
42	2066		2.231.646,3	2.231.646,3	46.318.028,6	59.500.258,2	106.318.544,8	104.034.646,2
43	2067		2.365.545,1	2.365.545,1	49.068.028,6	63.418.127,9	113.886.186,8	111.466.646,2
44	2068		2.507.477,8	2.507.477,8	51.980.110,3	67.581.736,3	122.161.854,6	119.534.440,8
45	2069		2.657.926,5	2.657.926,5	55.060.357,9	72.027.918,6	131.188.276,5	128.339.395,7
46	2070		1.896.690,7	1.896.690,7	41.230.625,9	52.026.584,3	93.257.210,2	91.360.519,5

Measures of Economic Feasibility	Discount Rate		
	5,00%	10,0%	12%
Net Present Value - NPV (Rp. Million)	176.432.845,8	5.432.710,2	-8.485.476,9
Benefit Cost Ratio - BCR	5,92	3,20	2,70
Economic Internal Rate of Return - EIRR (%)	10,60%		

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariola, M.M., (2006), *Principles and Methods of Research*, Rex Book Store Incorporation, Manila.
- Ben-Akiva, M., and Lerman, S.R. (1985), *Discrete Choice Analysis: Theory And Application To Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge.
- Dissanayake, D., (2010), *Stated Preference Discrete Choice Model to Investigate the Determinants of Public Willingness to Pay for Road Casualty Risk Reduction in Thailand*, Asian Transport Studies, Volume I, Issue 2 (2010), p. 137-152.
- Hensher, D.A. (1994), *Stated Preference Analysis of Travel Choices: The State of Practice*, Transportation 21, pp. 107-133
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2012) Pengembangan Model Investasi Pembangunan Jembatan Selat Sunda, Laporan Akhir, Jakarta.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A., and Swait, J.D., (2003), *Stated Choice Methods-Analysis and Application*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pearmain, D., J. Swanson, E. Kroes and M. Bradley (1991), *Stated Preference Techniques: A Guide to Practice*, Steet, Davies, Gleave Ltd., London.
- Taguchi, G. (2013), Orthogonal Array Selector, [http://www.freequality.org/sites/www\\_freequality\\_org/documents/tools/Tagarray\\_files/tamarix.htm](http://www.freequality.org/sites/www_freequality_org/documents/tools/Tagarray_files/tamarix.htm), Cited 20 Februari 2008

## PENGEMBANGAN METODE PENGUMPULAN DATA PERJALANAN BERBASIS AKTIVITAS DAN LOKASI

**Prayoga Luthfil Hadi**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
[prayoga.lh@gmail.com](mailto:prayoga.lh@gmail.com)

**Tri Basuki Joewono**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
[vftribas@unpar.ac.id](mailto:vftribas@unpar.ac.id)

### Abstract

Travel analyses based on activity and location have not been well established in Indonesia yet since its complexity in the process of data collection and the needed resources. Thus, it is needed an effort to develop a method of data collection to facilitate future research. This study aims to develop a method of data collection regarding travel based activity and location with limited resources for application in Indonesia. Result of study shows that the proposed method is able to collect the needed data using limited technology and resources.

**Key Words:** *activity based transportation, location, low cost*

### Abstrak

Analisis perjalanan berbasis aktivitas dan lokasi belum banyak dikembangkan di Indonesia dikarenakan kerumitan proses pengumpulan data dan sumber daya yang diperlukan. Untuk itu diperlukan upaya pengembangan metode pengumpulan data agar mempermudah penelitian sejenis di masa datang. Tujuan studi ini adalah mengembangkan metode pengumpulan data perjalanan berbasis aktivitas dan lokasi dengan sumber data yang terbatas untuk dilakukan di Indonesia. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dan dikembangkan melalui studi ini berhasil mengumpulkan data yang diinginkan dengan memanfaatkan teknologi dan sumber daya yang terbatas.

**Kata Kunci:** *transportasi berbasis aktivitas, lokasi, biaya rendah*

## PENDAHULUAN

Dalam pendekatan transportasi berbasis aktivitas diprediksi bahwa perjalanan merupakan turunan dari aktivitas yang dilakukan dengan memetakan aktivitas, tujuan perjalanan, waktu perjalanan, dan lokasi aktivitas (Jovicic, 2001). Identya berawal dari prinsip bahwa manusia cenderung melakukan perjalanan yang dimotivasi oleh keinginan untuk melakukan aktivitas yang tersebar di berbagai lokasi (Kim, 2008). Analisis pemodelan transportasi berbasis aktivitas berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir di negara maju.

Studi transportasi berbasis aktivitas memerlukan data yang kaya. Data yang dibutuhkan untuk studi ini mencakup data penggunaan waktu, baik untuk beraktivitas maupun untuk perjalanan. Studi dengan pendekatan transportasi berbasis aktivitas memerlukan persiapan data yang lebih terstruktur dan luas untuk dapat menyusun suatu urutan aktivitas dan perjalanan (Bhat dan Kopelman, 2001). Untuk itu diperlukan metode survei dengan dukungan perangkat pendukung yang memadai untuk mendapatkan informasi lokasi aktivitas serta perjalanan responden, misalnya koordinat lokasi serta rute yang digunakan. Survei jenis ini memerlukan biaya yang tinggi, misalnya Long dan Lin (2013) menyatakan kebutuhan biaya kurang lebih \$200 untuk setiap responden.

Dengan kenyataan tersebut pada satu sisi, dan kenyataan bahwa studi tersebut masih baru di negara-negara sedang berkembang pada sisi lain, maka diperlukan pengembangan

metode survei yang sesuai dengan kemampuan dan ketersediaan sumber daya yang ada, khususnya di Indonesia. Walaupun diinginkan untuk mengembangkan metode pengumpulan data dengan sumber daya yang terbatas, namun persyaratan keakuratan data dan kemudahan pengisian oleh responden tetap perlu dipenuhi.

Dengan motivasi tersebut, maka studi ini bertujuan untuk mengembangkan metode pengumpulan data perjalanan berbasis aktivitas dan lokasi dengan menggunakan sumber daya yang terbatas. Studi ini diharapkan dapat dijadikan dasar pengembangan studi sejenis di masa datang di negara sedang berkembang, khususnya di Indonesia.

## **SURVEI TRANSPORTASI BERBASIS AKTIVITAS**

Studi mengenai transportasi berbasis aktivitas menjelaskan mengenai tujuan, durasi, lokasi, waktu, partner dalam perjalanan, moda, tujuan, aspek eksternal, dan karakteristik rumah tangga. Beberapa metode dan pendekatan yang dikembangkan untuk mempelajari transportasi berbasis aktivitas, misalnya antara lain dilakukan oleh Carpenter dan Jones (1983), Jones (1990), Ettema dan Timmermans (1997), dan Timmermans (2000).

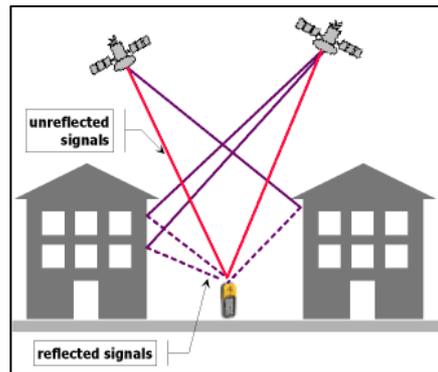
Proses pengumpulan data dalam studi transportasi berbasis aktivitas mengalami banyak perkembangan. Perkembangan dimulai dengan menggunakan kuesioner untuk catatan, komputer untuk mencatat aktivitas dan perjalanan, hingga penggunaan GPS yang terintegrasi dengan telepon seluler. Kochan et al. (2008) menunjukkan berbagai kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode pengumpulan data. Metode kuesioner, seperti diilustrasikan Gambar 1, memiliki kelebihan berupa dapat digunakan di berbagai tempat dan kesempatan. Namun, metode kuesioner ini memungkinkan terjadinya kesalahan pengisian karena rumit dan cara pengerjaannya melelahkan (Kochan et al., 2008). Metode kedua adalah penggunaan komputer sebagai alat bantu pencatatan aktivitas dan perjalanan. Pengembangan metode ini dilakukan oleh Doherty (1997) dengan program CHASE dan UHaselt (2004) dengan program VIRGIL. Kelebihan dari metode ini adalah lebih mudah dalam prosedur pengisian, namun tingkat akurasi seringkali kurang baik karena responden harus mengingat aktivitas dan perjalanan mereka sebelum diisikan ke komputer. Transfer data dari komputer responden ke komputer peneliti juga terkadang menjadi masalah seperti yang terjadi pada UHaselt dan iCHASE (Kochan et al., 2008).

Metode terbaru dalam pengumpulan data transportasi berbasis aktivitas adalah penggunaan *Global Positioning System* (GPS), misalnya yang dilakukan oleh Ohmori dan Nakazato, (2005). Metode ini menggunakan bantuan *Personal Digital Assistant* (PDA) yang telah terinstall program untuk merekam data aktivitas dan lokasi seperti yang digunakan pada metode DOHERTY (2001) dan IMOB (2005). Kelebihan dari metode ini adalah sangat mudah digunakan dan perpindahan lokasi dapat dipetakan. Namun, penggunaan metode ini memerlukan biaya tinggi untuk pengembangan perangkat lunak (Kochan et al., 2008). Akurasi koordinat lokasi seringkali kurang tepat dikarenakan terjadi *multipath* pada GPS seperti ditunjukkan oleh Gambar 2 (Kochan et al., 2008). Person (2008) mengatakan bahwa *multipath* terjadi karena alat penangkap sinyal GPS menangkap bukan hanya sinyal langsung dari satelit, namun juga sinyal pantulan dari bidang lain. Peristiwa ini mengakibatkan ketidakakuratan GPS yang digunakan, karena sinyal yang berasal dari pantulan objek lain memiliki respon yang lebih lambat dibandingkan dengan respon dari sinyal satelit, sehingga GPS tidak menunjukkan lokasi yang sesungguhnya.

Household member name: \_\_\_\_\_ Day: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

WHAT DID YOU DO TODAY?					IF THE ACTIVITY YOU LISTED INVOLVED TRAVELLING ...									
Start time	What kind of activity was this?	Where did you do it?	Which suburb?	End time	How did you travel?				How many minutes were spent travelling ?	Who, if anyone, did you travel with?	How many times a week do you make this trip?			
					by walking	by bicycle	by m-bus taxi	by bus	by train	car driver	car passenger			

Gambar 1 Contoh Kuesioner *Travel Diary* (Behrens, 2002)



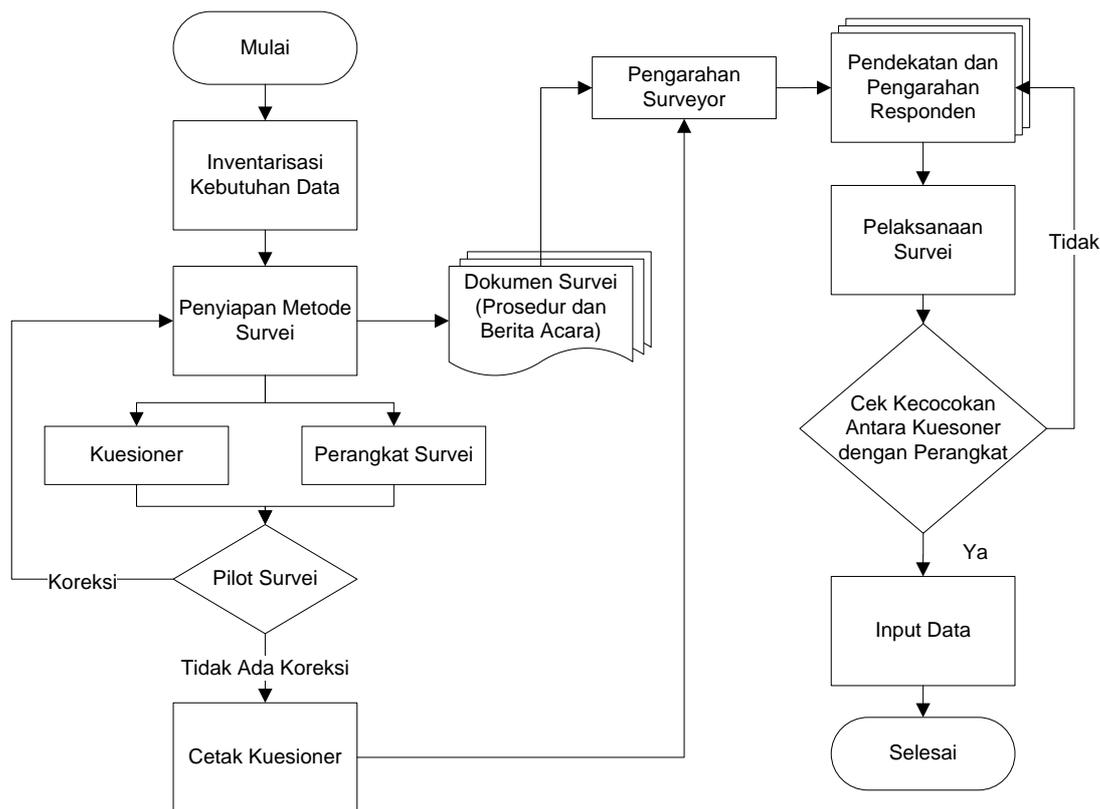
Gambar 2 Peristiwa *Multipath* pada Sinyal GPS (Kochan et al., 2008)

## METODOLOGI

Artikel ini merupakan bagian dari studi yang dilakukan oleh Joewono dan Santoso (2013). Studi ini melakukan pengumpulan data berupa demografi, aktivitas, dan perjalanan responden. Dua bagian penting lainnya dalam survei ini adalah pengumpulan data aktivitas dan data perjalanan. Data aktivitas yang dicatat adalah durasi dan jenis aktivitas, sedangkan data perjalanan yang dicatat adalah durasi perjalanan, koordinat lokasi, moda, jarak, dan kepentingan perjalanan. Data tersebut dikumpulkan dalam tiga tahap, yaitu penyiapan kuesioner, penyiapan perangkat pencatat lokasi, dan pelaksanaan survei. Gambar 3 menyajikan tahapan tersebut.

### Penyusunan Kuesioner

Langkah pertama dalam pelaksanaan survei ini adalah inventarisasi informasi yang ingin diperoleh dari pelaksanaan survei. Inventarisasi diperoleh melalui kajian literatur studi terdahulu dan diskusi tentang analisis yang ingin dilakukan. Dalam studi ini data yang dikumpulkan mencakup data demografi responden, aktivitas, dan perjalanan responden. Setelah informasi yang diperlukan ditetapkan, kemudian dilakukan penyusunan kuesioner. Kuesioner disusun dengan memperhatikan isi pertanyaan, cara menyampaikan pertanyaan, tata letak pertanyaan, serta desain tampilan kuesioner.



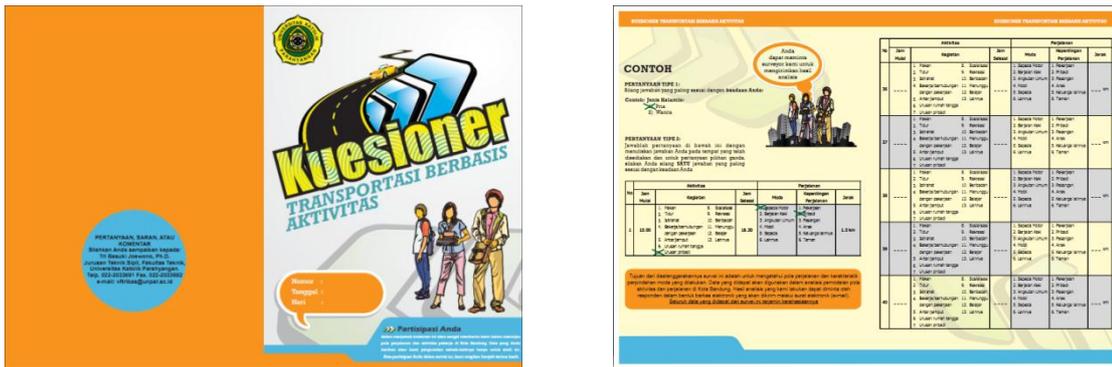
Gambar 3 Langkah-langkah Pelaksanaan Studi

Bagian pertama dalam kuesioner adalah pertanyaan tentang demografi responden yang mencakup usia, jenis kelamin, status pernikahan, pekerjaan, jumlah anggota keluarga yang tinggal bersama, kepemilikan surat izin mengemudi, pendidikan, kemampuan ekonomi, dan kepemilikan kendaraan. Bagian kedua berisikan pertanyaan mengenai aktivitas dan perjalanan responden, yaitu durasi aktivitas, jenis aktivitas, moda transportasi, kepentingan perjalanan, dan jarak tempuh perjalanan tersebut. Tampilan kuesioner yang digunakan dalam studi ini ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**

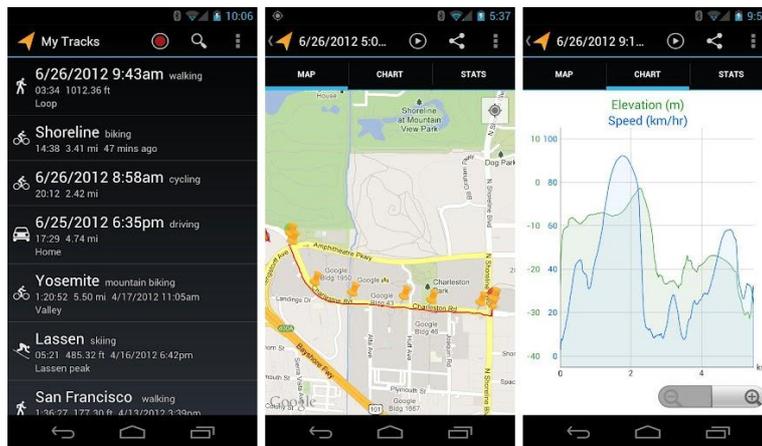
### Penyiapan Perangkat Survei

Dalam studi ini data lokasi responden dikumpulkan dengan cara mencatat lokasi tiap aktivitas dan data perjalanan secara waktu nyata (*real time*). Perangkat yang digunakan berupa GPS yang telah tersedia dalam telepon seluler (*smartphone*). Dalam studi ini dipilih perangkat lunak *open source*, yaitu “My Tracks” yang tersedia dalam Google Playstore (Google Inc., 2013). Aplikasi ini dipilih karena kemudahannya untuk dapat mengunduh data yang didapat ke dalam format data digital. Ilustrasi aplikasi “My Tracks” disajikan pada Gambar 5.

Namun, pada kenyataannya, penggunaan GPS di Kota Bandung mengalami kesulitan dalam hal akurasi yang kurang dan penggunaan yang dianggap rumit oleh orang awam. Kondisi ini dipersulit dengan kemungkinan terjadinya *Multipath*. Penggunaan GPS ini dilengkapi dengan kuesioner agar dapat dilakukan pengecekan ulang tentang jarak perjalanan yang ditempuh.



Gambar 4 Layout Kuesioner (Joewono, 2013)



Gambar 5 Ilustrasi Aplikasi My Tracks (Google Inc., 2014)

### Pelaksanaan Survei

Untuk memastikan seluruh perangkat dan kelengkapan survei dapat berfungsi dengan semestinya, maka dalam studi ini dilakukan survei pendahuluan (*pilot test*) dan disiapkan pula prosedur kerja (SOP). Dari survei pendahuluan ini terdapat beberapa penyempurnaan perangkat survei, khususnya dalam penggunaan aplikasi survei agar dapat digunakan dengan baik. Setelah beberapa penyempurnaan perangkat survei, SOP, serta pengecekan kelengkapan perangkat, maka barulah dilakukan pelaksanaan survei.

Survei ini dibantu oleh lima surveyor yang berasal dari berbagai institusi, baik institusi pemerintahan maupun swasta. Setiap surveyor menangani maksimal 10 orang responden agar pengawasan pengisian kuesioner dan penggunaan alat bantu dapat dilakukan dengan baik. Surveyor yang bersedia membantu pelaksanaan survei selanjutnya diberi penjelasan teknis survei pada tanggal 1 Juli 2013. Untuk memastikan pemahaman surveyor mengenai prosedur dan pelaksanaan survei, surveyor diminta untuk menjadi responden pertama untuk survei ini. Setelah keseluruhan surveyor dipastikan menguasai materi survei dengan baik, selanjutnya surveyor melaksanakan survei kepada responden lain. Setiap responden diberi satu set kuesioner dan dipinjam telepon seluler. Setelah responden mencatat kegiatan di hari pertama dengan lengkap dan benar, maka barulah perangkat survei untuk hari kedua diberikan. Pada pengembalian perangkat survei hari pertama tersebut, surveyor mengecek kembali kelengkapan data yang telah dicatatkan dalam kuesioner maupun direkam dalam perangkat lunak. Setiap responden yang berpartisipasi dalam kegiatan ini diberi ucapan terima kasih sebagai penghargaan atas kesediaan mencatat perjalanan dan aktivitasnya.

Pelaksanaan survei dibagi dalam dua periode. Periode pertama dilakukan tanggal 3 Juli sampai dengan 6 Juli 2013. Periode kedua dilakukan tanggal 19 Agustus 2013 sampai dengan 13 September 2013. Pembagian ini terjadi dikarenakan pelaksanaan survei terinterupsi dengan adanya bulan puasa yang dikhawatirkan akan mengganggu pola perjalanan dari responden.

## DESKRIPSI DATA

### Deskripsi Demografi dan Perjalanan

Responden dalam studi ini dibatasi pada kelompok pekerja di Kota Bandung yang menggunakan sepeda motor. Dengan adanya keterbatasan sumber daya, maka dalam studi ini dibatasi ukuran sampel adalah 50. Ukuran sampel ini tidak mewakili populasi pekerja di Kota Bandung, namun ukuran sampel dipilih dengan alasan kecukupan dana karena motivasi utama studi ini adalah uji coba peralatan. Setiap responden mencatat dua hari aktivitas dan perjalanannya, sehingga diperoleh 100 hari laporan perjalanan dan aktivitas.

### Karakteristik responden disajikan pada Deskripsi Spasial

Dengan digunakannya perangkat GPS maka dapat dicatat posisi masing-masing aktivitas responden dalam peta geografi global. Ilustrasi posisi seluruh aktivitas dari seluruh responden dalam studi ini disajikan pada Gambar 6. Dengan posisi-posisi tersebut dapat diketahui ruang gerak dari keseluruhan responden. Ada beragam analisis yang dapat dilakukan menggunakan data tersebut.

**Selanjutnya dapat diperoleh urutan perjalanan berdasar urutan perubahan lokasi masing-masing aktivitas responden. Sebagai contoh dalam artikel ini ditunjukkan pola perubahan pergerakan dari responden ke-11 berikut urutan perjalanannya seperti disajikan pada**

indeks lokasi;

arah perjalanan

Gambar 7. Selain posisi presisi dari seluruh kegiatan dari seluruh responden, studi ini juga mengumpulkan informasi detail perjalanan setiap responden seperti nampak dalam Tabel 2. Berdasar data tersebut, maka dapat dilakukan analisis ruang gerak (*action space*) dari masing-masing responden maupun keseluruhan responden. Analisis tersebut dilaporkan dalam artikel terpisah.

Tabel 1. Kelompok usia 30-39 tahun melakukan perjalanan dengan durasi dan jarak yang relatif lebih kecil dibanding kelompok lainnya. Pria atau responden yang belum menikah juga ditemukan melakukan perjalanan yang lebih jauh dibanding wanita dalam studi ini. Pegawai swasta nampak melakukan perjalanan lebih singkat dibanding kelompok lain, sedangkan para profesional melakukan perjalanan lebih jauh. Adapaun responden dengan pendapatan antara 2-2,5 juta rupiah melakukan perjalanan terlama dengan jarak terpendek dibanding lainnya.

### Deskripsi Spasial

Dengan digunakannya perangkat GPS maka dapat dicatat posisi masing-masing aktivitas responden dalam peta geografi global. Ilustrasi posisi seluruh aktivitas dari seluruh responden dalam studi ini disajikan pada Gambar 6. Dengan posisi-posisi tersebut dapat diketahui ruang gerak dari keseluruhan responden. Ada beragam analisis yang dapat dilakukan menggunakan data tersebut.

Selanjutnya dapat diperoleh urutan perjalanan berdasar urutan perubahan lokasi masing-masing aktivitas responden. Sebagai contoh dalam artikel ini ditunjukkan pola perubahan pergerakan dari responden ke-11 berikut urutan perjalanannya seperti disajikan pada

indeks lokasi;

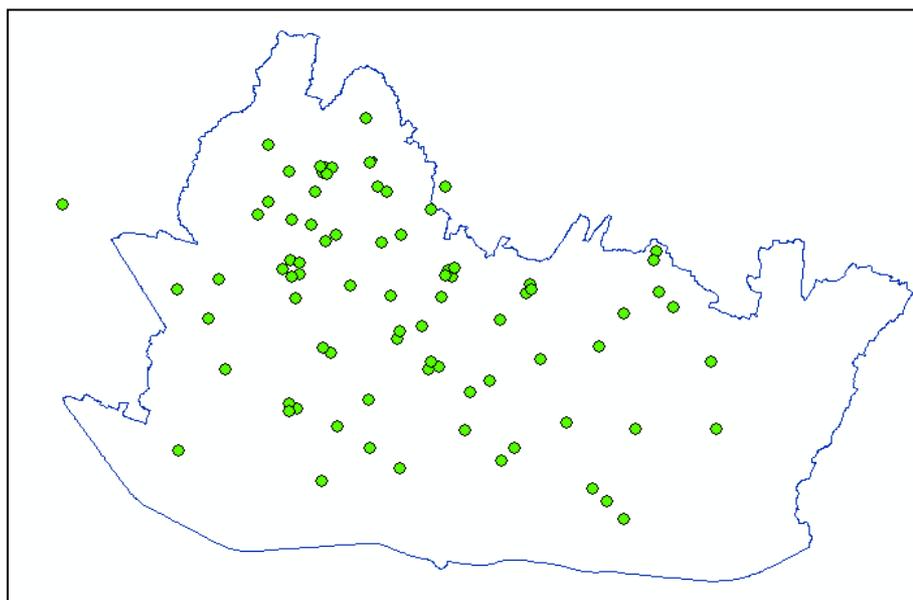
arah perjalanan

Gambar 7. Selain posisi presisi dari seluruh kegiatan dari seluruh responden, studi ini juga mengumpulkan informasi detail perjalanan setiap responden seperti nampak dalam Tabel 2. Berdasar data tersebut, maka dapat dilakukan analisis ruang gerak (*action space*) dari masing-masing responden maupun keseluruhan responden. Analisis tersebut dilaporkan dalam artikel terpisah.

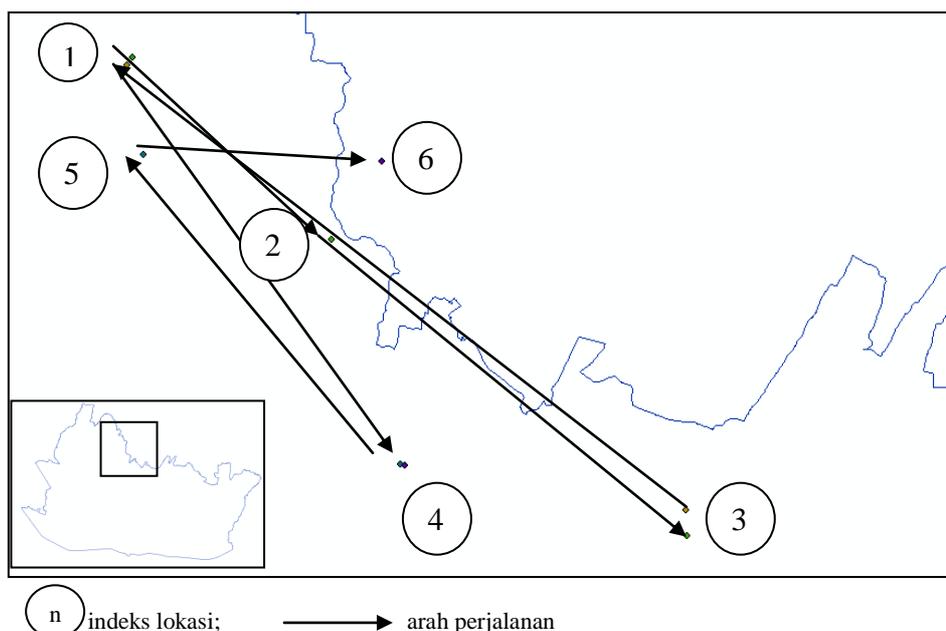
Tabel 1 Deskripsi Demografi dan Perjalanan

	n	Total Durasi Perjalanan (menit)				Total Jarak Perjalanan (km)			
		Rata-rata	Min	Maks	Dev. Std	Rata-rata	Min	Maks	Dev. Std
<b>USIA</b>									
Kurang dari 17 tahun	1	380,0000	380	380	0	49,46	49,46	49,46	0
17-29 Tahun	36	162,3611	19	1523	251,15904	31,4053	1,04	136,04	26,39377
30-39 Tahun	11	90,3636	32	210	54,80378	21,5635	4,73	54,31	14,27918
40-49 Tahun	2	215,5000	178	253	53,03301	45,5295	27,14	63,92	26,00527
<b>JENIS KELAMIN</b>									
Pria	41	161,5366	19	1523	239,23379	31,8104	1,04	136,04	25,12760
Wanita	9	114,1111	30	268	71,07996	22,6762	3,35	59,99	19,16894
<b>STATUS RUMAH TANGGA</b>									
Belum/Pernah Menikah	29	190,7586	19	1523	278,69052	35,0031	1,04	136,04	27,90206
Menikah	21	100,8571	23	253	60,48660	23,4868	3,43	63,92	16,42727
<b>PEKERJAAN</b>									
PNS	3	127,3333	115	143	14,29452	30,6987	10,78	44,04	17,58149
Pegawai Swasta	23	209,2609	21	1523	310,14531	31,5680	1,10	136,04	31,46519
Profesional	3	178,3333	100	253	76,56588	48,5360	40,69	63,92	13,32210
Wiraswasta	10	91,5000	20	228	66,03072	22,2544	1,04	46,59	13,14007
Lainnya	11	91,3636	19	174	47,39045	29,2727	3,35	66,35	16,76192
<b>PENGELUARAN ( juta Rupiah)</b>									
0,5 – 1,0	3	117,0000	64	155	47,31807	35,4020	30,88	39,63	4,38111
1 - 2,5	19	144,7368	19	490	129,55816	34,587	1,04	136,04	31,88534

	n	Total Durasi Perjalanan (menit)				Total Jarak Perjalanan (km)			
		Rata-rata	Min	Maks	Dev. Std	Rata-rata	Min	Maks	Dev. Std
2,5 – 5,0	20	177,9000	30	1523	321,27032	23,117 5	3,35	66,35	18,66554
5,0– 7,5	3	126,6667	23	233	105,02539	32,806 7	3,43	57,71	27,41510
Lebih dari 7,5	5	122,2000	43	228	89,67831	36,834 0	25,00	54,31	12,83781



Gambar 6 Pemetaan Lokasi Aktivitas Seluruh Responden



Gambar 7 Pemetaan Lokasi Aktivitas Responden ke 11 pada Hari Pertama

Tabel 2 Profil Aktivitas dan Perjalanan Responden ke-11 pada Hari Pertama

Lokasi Awal	Kegiatan Awal	Moda	Durasi Perjalanan (Menit)	Jarak (km)	Lokasi Tujuan	Kegiatan Selanjutnya
1	Urusan Pribadi	Sepeda Motor	9	2	2	Urusan Pribadi
2	Urusan Pribadi	Sepeda Motor	14	4	3	Bekerja
3	Bekerja	Sepeda Motor	25	6,5	1	Urusan Pribadi
1	Urusan Pribadi	Sepeda Motor	30	5	4	Bekerja
4	Bekerja	Sepeda Motor	17	3,35	5	Urusan Pribadi
5	Urusan Pribadi	Sepeda Motor	15	4	6	Sosialisasi

## RANGKUMAN

Artikel ini melaporkan upaya yang telah dilakukan untuk menyusun metode pengumpulan data perjalanan berbasis aktivitas dan lokasi. Dengan menggunakan perangkat lunak yang tersedia luas di Kota Bandung, dan juga Indonesia, serta ketersediaan sumber daya yang terbatas, studi ini berhasil menghasilkan prosedur yang dapat diaplikasikan untuk studi sejenis di masa datang di Indonesia.

Dari studi ini didapat berbagai informasi tentang responden, baik dari segi demografi, aktivitas, dan perjalanan. Selain itu, data spasial dari aktivitas dan perjalanan masing-masing responden juga dapat dicatat.

Walaupun demikian, ada beberapa catatan kritis yang perlu dikembangkan di masa datang, yaitu:

1. Tingkat ketelitian data spasial yang berhasil dikumpulkan ditentukan oleh kualitas sinyal telepon selular, dalam hal ini dipengaruhi oleh kualitas provider penyedia sinyal telekomunikasi. Dalam studi ini diperoleh pengalaman bahwa ada berbagai keadaan dan lokasi dimana posisi tidak tercatat karena ketiadaan sinyal. Hal ini mempengaruhi kualitas dan kelengkapan data spasial yang diperlukan.
2. Studi catatan perjalanan berbasis aktivitas dan lokasi merupakan hal baru di Indonesia, sehingga belum ada praktek lain yang dapat diacu di Indonesia. Hal ini menjadikan belum adanya perangkat lunak yang dikembangkan untuk mengelola data yang diperoleh. Studi ini menemukan bahwa kompilasi data catatan dalam bentuk tertulis (dari kuesioner) dan catatan data spasial (dari perangkat lunak) memerlukan upaya yang sangat besar. Tingkat kerumitan dan tingkat detail data yang diperoleh menjadikan proses menjadi sangat sulit dan memerlukan waktu yang lama. Kesempatan penelitian lebih lanjut adalah pengembangan perangkat lunak untuk mengelola data yang telah dikumpulkan melalui studi sejenis.

Data yang berhasil dikumpulkan memiliki jumlah dan tingkat kedetailan yang tinggi. Hal ini menyediakan banyak kesempatan untuk dapat dianalisis lebih lanjut untuk berbagai keperluan. Hal ini menjadi tantangan lebih lanjut di masa datang, selain pengembangan perangkat lunak. Analisis dilakukan dengan melakukan simulasi perilaku perjalanan, sehingga dapat diprediksi kebutuhan perjalanan. Analisis ini memberi informasi lebih kaya dikarenakan berbasis perilaku individu, sehingga didapat hasil prediksi kebutuhan perjalanan yang lebih baik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional, karena studi ini terselenggara berkat pendanaan melalui Hibah Bersaing untuk penelitian berjudul “Pemodelan Perilaku Pelaku Perjalanan di Perkotaan Berbasis Aktivitas” pada tahun 2013.

## REFERENSI

- Adler, T., dan Ben-Akiva, M. (1979). *A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behaviour*, Transp. Res. Rec, 13 B, 243-257
- Arentze, T., Timmermans, H., (2000). *ALBATROSS – a Learning Based Transportation Oriented Simulation System*, TRB Annual Meeting, Washington, D.C.
- Behrens, R. (2002). *Findings of an Activity-Based Household Travel Survey in Cape Town, With Particular Reference to Walking as a Travel Mode*, Urban Transport Research Group University of Cape Town, Cape Town
- Ben-Akiva, M., dan Bowman, J. (1995). *Activity-Based Disaggregate Travel-Demand System with Daily Activity Schedule*, Workshop on Activity-Based Analysis, Eindhoven
- Carpenter, S., dan Jones, P. (1983). *Recent Advances in Travel Demand Analysis*, Gower, Aldershot
- Ettema, D. E., dan Timmermans, H. (1997). *Activity-Based Approaches to Travel Analysis*, Pergamon, Elsevier Science Limited, Oxford
- Jones, P. (1995). *Contribution of Activity-Based Approaches to Transport Policy Analysis*, Workshop on Activity-Based Analysis, Eindhoven
- Joewono, T. B., (2013), *Laporan Penelitian Pemodelan Perilaku Pelaku Perjalanan di Perkotaan Berbasis Aktivitas*, Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Bandung
- Jovicic, G. (2001). *Activity Based Travel Demand Modelling – a Literature Study*, Danmarks Transport Forskning, Copenhagen
- Kim, H. (2008). *Activity-Based Travel Demand Model with Time-use and Microsimulating Incorporating Intra-households Interaction*, University of California Transport Center, Irvine
- Kochan, B., Bellemans, T., Janssens, D., Wets, G. (2008). *Collecting Activity-Travel Diary Data: State of The Art and a Hand-held Computer Assisted Solution*, Hasselt University, Brussels
- Long, L., dan Lin. (2013). *Transferability of Household Travel Survey Data in Small Areas using the National Household Travel Survey Data and the Census Data*, University of Illinois, Chicago
- Person, J. (2008). *Writing Your Own GPS Applications: Part 2*. (<http://www.codeproject.com/Articles/9115/Writing-Your-Own-GPS-Applications-Part>, diakses 15 Mei 2014)
- Ohmori, N., Nakazato, M., dan Harata, N. (2005). *GPS Mobile Phone-Based Activity Diary Survey*. Proceeding of EASTS, Vol. 5, pp. 1104 -1115

## KARAKTERISTIK PERILAKU PERJALANAN RUMAH TANGGA PENGGUNA SEPEDA MOTOR DI PINGGIRAN KOTA SEMARANG

**Okto Risdianto Manullang**

Mahasiswa S3 Program Transportasi  
SAPPK - ITB  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Telp. : (022) 2504735 ext 3611  
Fax: (022) 2501263  
[okto\\_manullang@yahoo.com](mailto:okto_manullang@yahoo.com)

**Ofyar Z. Tamin**

Staf Pengajar FTSL - ITB  
Lab. Transportasi ITB, Gedung Labtek I Lantai 2  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Telp dan Fax : (022) 2502350  
[ofyar@trans.si.itb.ac.id](mailto:ofyar@trans.si.itb.ac.id)

**Ibnu Syabri**

Staf Pengajar SAPPK – ITB  
Lab. Sistem Infrastruktur Wilayah dan Kota  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Telp. : (022) 2504735 ext 3611  
Fax: (022) 2501263  
[syabri@pl.itb.ac.id](mailto:syabri@pl.itb.ac.id)

**Ade Sjafruddin**

Staf Pengajar FTSL - ITB  
Lab. Transportasi ITB, Gedung Labtek I Lantai 2  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Telp dan Fax : (022) 2502350  
[ades@trans.si.itb.ac.id](mailto:ades@trans.si.itb.ac.id)

### Abstract

With urban sprawl, public transport often fails to accommodate the high travel demand; population is increasingly spread out while most activities stay in the city centers. This creates variations in travel behavior, affected by the traveler himself and his location. This study examines household travel behavior characteristic using motorcycle in Semarang City fringes quantitatively using crosstab analysis. Analysis results showed that distance to working location has the biggest influence in the husband and wife travel behavior on weekday, as the main actor of household production and consumption which play a main role in the decisions being made in the household. On the other hand, the frequency of trips on the weekend is influenced by a number of members of the family and household income, as well as travel time is affected by household income. This suggests that the characteristics of household travel behavior motorcyclists on weekends is more influenced by household income. Typically these households undertake recreational walks.

**Keywords:** household, travel behavior, motorcycle

### Abstract

Urban sprawl menyebabkan adanya pola guna lahan yang terpecah, sedangkan sarana transportasi tidak mampu menjawab kebutuhan akan pergerakan penduduk secara keseluruhan. Hal ini menciptakan adanya variasi perilaku perjalanan yang dipengaruhi oleh faktor yang berasal dari pelaku perjalanan itu sendiri, maupun oleh faktor spasial berupa lokasi tempat tinggal rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor dan kondisi sosial ekonomi demografinya yang tinggal di daerah pinggiran Kota Semarang. Penelitian ini menggunakan analisis crosstab (tabulasi silang). Hasil studi menunjukkan bahwa pada hari kerja, jarak tempuh rumah tangga dipengaruhi oleh jumlah kepemilikan sepeda motor dan pendapatan rumah tangga. Disisi lain, frekuensi perjalanan pada akhir pekan dipengaruhi oleh jumlah anggota keluarga dan pendapatan rumah tangga, serta waktu tempuh dipengaruhi oleh pendapatan rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor pada akhir pekan lebih dipengaruhi oleh pendapatan rumah tangga. Biasanya rumah tangga tersebut melakukan aktivitas rekreasi atau jalan-jalan.

**Kata kunci:** rumah tangga, perilaku perjalanan, sepeda motor.

## PENDAHULUAN

Mengacu kepada pengalaman perkembangan kota yang terjadi di negara sedang berkembang umumnya dan Indonesia khususnya, proses sub-urbanisasi merupakan bagian tak terpisahkan dari perkembangan kota tersebut. Pertumbuhan kota-kota besar dan

metropolitan di Indonesia pada umumnya ditandai oleh pertumbuhan yang cukup pesat pada kawasan pinggiran kota atau yang lebih sering diketahui sebagai proses sub-urbanisasi. Namun demikian, sub-urbanisasi yang terjadi cenderung menjadikan fisik kawasan perkotaan berkembang secara horisontal dan terpencar (*urban sprawl*). Menurut Hayashi (1996), beberapa konsekuensi dari perkembangan kota yang *sprawl* ini adalah: meningkatnya panjang perjalanan karena aktivitas bekerja masih didominasi oleh pusat kota dan pinggiran kota cenderung hanya untuk aktivitas permukiman, menurunnya tingkat pelayanan angkutan umum dan meningkatkan kepemilikan kendaraan pribadi. Hal ini senada dengan apa yang dikatakan oleh Newman dan Kenworthy (1999), yaitu: perkembangan kawasan perkotaan yang meluas dan *sprawl* seringkali disebut sebagai faktor utama terbentuknya kota yang bergantung kepada kendaraan pribadi.

*Urban sprawl* cenderung mengakibatkan pola penggunaan lahan yang terpisah-pisah dengan kepadatan yang rendah (Gillham, 2006). Ketidakefisienan pola penggunaan lahan seperti ini menyebabkan munculnya permintaan perjalanan yang kecil dan terpencar-pencar. Dalam kondisi seperti ini, penyediaan angkutan umum yang ada menjadi tidak efisien dan tidak mampu melayani pergerakan penduduk secara keseluruhan. Dalam hal ini, kendaraan pribadi merupakan pilihan utama yang dianggap paling efektif dan mampu untuk menjawab kebutuhan tersebut. Namun, kepemilikan kendaraan pribadi pada negara-negara berkembang seperti Indonesia lebih didominasi oleh sepeda motor. Hal ini didorong oleh harga pembelian unit kendaraan yang relatif murah serta kemudahan dalam sistem kepemilikan sepeda motor.

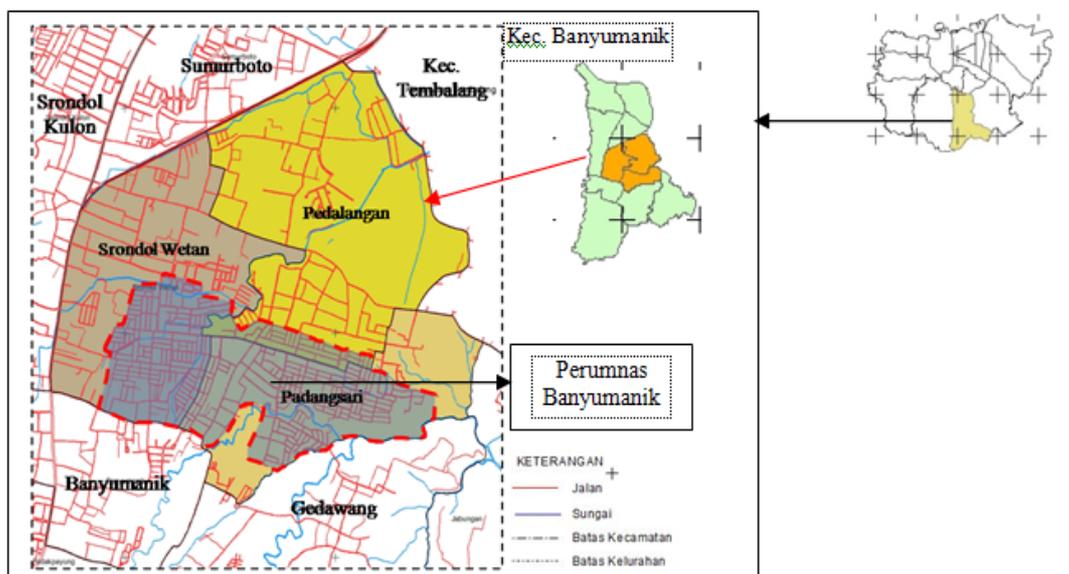
Pada dasarnya, pengambilan keputusan kepemilikan sepeda motor seringkali dilakukan dalam lingkup rumah tangga. Rumah tangga terdiri atas individu yang melakukan aktivitas berbeda-beda pada lokasi dan waktu sesuai dengan pilihan mereka. Untuk memenuhi permintaan perjalanan mereka yang semakin kompleks, kendaraan pribadi memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi untuk dapat memenuhi kebutuhan pergerakan tersebut. Fenomena mengenai tingginya penggunaan sepeda motor untuk memenuhi permintaan perjalanan dari daerah pinggiran menuju ke pusat kota terjadi di Perumnas Banyumanik yang merupakan perumahan skala besar di daerah pinggiran Kota Semarang. Perumnas Banyumanik termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Banyumanik dengan porsi pergerakan harian menuju CBD yang tertinggi diantara kecamatan lain di bagian selatan Kota Semarang, yaitu sebesar 24,41% (Masterplan Transportasi Kota Semarang, 2008). Proporsi jumlah sepeda motor di kecamatan ini adalah 68% dengan tingkat pertumbuhan kepemilikan sepeda motor rata-rata 2,04% per tahun. Tingginya kepemilikan dan penggunaan sepeda motor di Kecamatan Banyumanik, serta faktor lokasi tempat tinggal yang jauh dari pusat pemenuhan kebutuhan akan berpengaruh kepada perbedaan perilaku individu dalam memutuskan pola perjalanan hariannya. Perbedaan lokasi ini menyebabkan individu perlu melakukan pergerakan untuk memenuhi kebutuhannya di tempat yang berbeda. Dalam melakukan pergerakannya, masing-masing individu memiliki karakteristik yang berbeda-beda, hal itu dijelaskan sebagai perilaku perjalanan. Srinivasan (2004) menyatakan bahwa perilaku perjalanan berkaitan dengan perilaku manusia dalam menentukan pola perjalanan yang akan dilakukan, dengan terlebih dahulu memutuskan pola aktivitas sehari-hari.

Perilaku perjalanan biasanya ditinjau pada skala individu dan biasanya individu hidup bersama-sama dalam rumah tangga dan berbagi sumberdaya. Rumah tangga merupakan komponen terkecil pemanfaatan ruang di perkotaan, yaitu meliputi pasangan suami istri, yang didasarkan pada aktivitas serta pergerakan keduanya tergolong lebih banyak dibandingkan dengan anggota keluarga lainnya. Hal ini berkaitan dengan fungsi produksi

yang dihasilkan oleh pasangan suami istri dalam rumah tangga dan terkait dengan penggunaan utilitas atau konsumsi dari fungsi produksi tersebut (Yoon dan Goulias, 2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor dan kondisi sosial ekonomi demografinya yang tinggal di kawasan pinggiran Kota Semarang. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang didominasi oleh sepeda motor, yaitu sebanyak 168.599 unit, atau sekitar 81,2% dari total kendaraan bermotor (Kota Semarang Dalam Angka, 2011), menjadi salah satu obyek yang menarik untuk diteliti. Tingginya jumlah sepeda motor di Kota Semarang mengindikasikan bahwa sebagian besar penduduk di Kota Semarang menggunakan sepeda motor dalam melakukan pergerakan hariannya. Tak terkecuali rumah tangga yang bertempat tinggal di kawasan pinggiran kota.

Kawasan yang menjadi objek penelitian adalah Perumnas Banyumanik yang terletak di pinggiran Kota Semarang dan termasuk dalam wilayah Kecamatan Banyumanik. Objek penelitian secara visual dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 1.



Sumber: BAPPEDA Kota Semarang, 2013

Gambar 1. Peta Kecamatan Banyumanik

## VARIABEL PENELITIAN

### Perilaku Perjalanan

Srinivasan (2004) menyatakan bahwa perilaku perjalanan berkaitan dengan perilaku manusia dalam menentukan pola perjalanan yang akan dilakukan, dengan terlebih dahulu memutuskan pola aktivitas sehari-hari. Menurut Kitamura (2010) aspek perilaku perjalanan yang dapat terukur dibagi dalam lima komponen, yaitu: frekuensi perjalanan (travel frequency), waktu tempuh perjalanan (travel time), biaya perjalanan (travel cost), jarak tempuh perjalanan (travel distance), dan pemilihan moda (mode choice). Aspek pemilihan moda didalam penulisan paper ini sudah dispesifikkan kepada sepeda motor saja, sehingga keempat aspek perilaku perjalanan lainnya menjadi variabel terikat dalam penelitian ini,

dengan dasar bahwa aspek perilaku perjalanan tersebut bersifat kuantitatif atau dapat diukur.

### **Aktivitas**

Pada dasarnya, permintaan perjalanan merupakan turunan dari permintaan aktivitas, di mana individu menyusun jadwal aktivitas sehari-hari terlebih dahulu, kemudian muncul keputusan dalam menentukan pola aktivitas dan perjalanan yang akan dilakukan. Aktivitas dikelompokkan menjadi enam kategori (Ettema, et al, 2006), yaitu: aktivitas bekerja, aktivitas rumah tangga di luar rumah, aktivitas rumah tangga di dalam rumah, rekreasi, aktivitas luang di dalam rumah, dan keperluan pribadi di luar rumah. Adapun kaitannya terhadap aspek waktu, pola aktivitas harian dapat dibedakan menjadi aktivitas hari kerja (*weekdays*) dan aktivitas akhir pekan (*weekend*). Perbedaan pola aktivitas pada hari kerja dan akhir pekan, mempengaruhi pola perjalanan seseorang, sehingga perilaku perjalanannya pun berbeda (Agarwal, 2004).

### **Aspek Spasial**

Dalam kaitannya terhadap perilaku perjalanan, aspek spasial yaitu bentuk dan struktur kota memiliki unsur-unsur yang dapat mempengaruhi perilaku perjalanan. Unsur-unsur spasial yang memiliki pengaruh terhadap perilaku perjalanan menurut Yunus (2005) adalah aksesibilitas atau jarak jangkauan pelayanan angkutan umu, jarak terhadap pusat kota, dan jarak terhadap fasilitas lokal seperti lokasi kerja, sekolah, fasilitas belanja dan fasilitas rekreasi.

### **Aspek Sosial-Demografi**

Menurut Gliebe dan Koppelman dalam Ettema, et al. (2006) perilaku perjalanan turut dipengaruhi aspek sosial-demografi, diantaranya adalah aspek gender, struktur usia, pendidikan terakhir, struktur rumah tangga, dan aspek kepemilikan kendaraan pribadi.

### **Aspek Ekonomi**

Menurut Levinson (1997) aspek ekonomi turut mempengaruhi perilaku perjalanan individu dalam rumah tangga, diantaranya adalah aspek pendapatan, aspek pengeluaran rumah tangga yang diklasifikasikan menjadi pengeluaran konsumsi, pengeluaran non-konsumsi, dan biaya transportasi; status pekerjaan, dan jenis pekerjaan.

## **METODE PENELITIAN**

Metode *crosstab* adalah suatu metode untuk mentabulasikan beberapa variabel yang berbeda ke dalam suatu matriks. Tujuan penggunaan teknik analisis *crosstab* dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor dan kondisi sosial ekonomi demografinya. Teknik ini dapat mempertajam hasil analisis dan melengkapi perhitungan yang sudah dilakukan melalui teknik analisis distribusi frekuensi. Metode *crosstab* pada prinsipnya merupakan teknik penyajian data dalam bentuk tabulasi, yang meliputi baris dan kolom. Teknik ini digunakan karena memiliki proses analisis dan kebutuhan data yang sederhana tetapi memiliki hasil analisis yang dapat dipertanggungjawabkan secara statistik. Analisis tabulasi silang ini digunakan untuk menampilkan keterkaitan antara dua atau lebih variabel dan menghitung apakah terdapat hubungan antar variabel, serta menghitung sebesar hubungan antar variabel yang dinyatakan dalam baris dan kolom tersebut.

Selanjutnya, variabel-variabel yang akan ditabulasikan tersebut dikategorikan sebagai variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variabel*). Variabel bebas (*independent variabel*) yaitu variabel yang dapat diujikan dengan variabel lainnya. Sedangkan variabel terikat (*dependent variabel*) yaitu variabel yang berdiri sendiri dalam menentukan hasil dan hubungannya dengan variabel bebas. Adapun yang dimaksud dengan variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah kondisi sosial ekonomi dan variabel terikat (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah perilaku perjalanan. Dalam studi ini, model tabulasi silang digunakan untuk menguji keterkaitan karakteristik perilaku perjalanan dan kondisi sosial ekonomi demografi rumah tangga pengguna sepeda motor di kawasan pinggiran Kota Semarang. Tabulasi silang ini juga menampilkan keterkaitan antara dua atau lebih variabel, menghitung apakah terdapat hubungan antar variabel, serta menghitung sebesar apakah hubungan antar variabel yang dinyatakan dalam baris dan kolom tersebut. Adapun dalam pengolahannya, dilakukan pengkodean terhadap data-data kualitatif yang diperoleh.

Dalam teknik analisis tabulasi silang ini terdapat indikator statistik berupa *Chi-Square* yang digunakan untuk menguji ada tidaknya hubungan/keterkaitan variabel-variabel yang dinyatakan dalam baris dan kolom. Dalam uji *Chi-Square* ini terdapat ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Apabila probabilitas dalam Tabel *Chi-Square* Tests, kolom Asymp. Sig > 0,05, maka tidak terdapat hubungan antara variabel-variabel yang diuji ( $H_0$ ).
2. Apabila propabilitas dalam Tabel *Chi-Square* Tests, kolom Asymp. Sig < 0,05, maka terdapat hubungan antara variabel-variabel yang diuji ( $H_1$ ).

Selanjutnya, apabila terdapat hubungan antara variabel-variabel dalam baris dan kolom tersebut, maka dapat diuji besarnya keterkaitan antara variabel-variabel tersebut dengan melihat *Contingency Coefficient* pada tabel *Symmetric Measures* dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Apabila *Contingency Coefficient* yang ditunjukkan dalam tabel *Symmetric Measures*, kolom *Value* > 0,5; maka hubungan antara variabel dalam baris dan kolom tersebut kuat.
2. Apabila *Contingency Coefficient* yang ditunjukkan dalam tabel *Symmetric Measures*, kolom *Value* < 0,5 maka hubungan antara variabel dalam baris dan kolom tersebut lemah.

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *random sampling*, yang menekankan bahwa semua elemen populasi mempunyai kemungkinan yang sama untuk dijadikan sampel. Untuk menentukan ukuran sampel digunakan rumus Slovin (Bungin, 2010) dan dari hasil perhitungan tersebut, dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai *sampling error* 0,05, maka didapatkan jumlah sampel sebanyak 168 rumah tangga. Jumlah tersebut didistribusikan kepada tiga kelurahan secara proporsional.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perilaku Perjalanan Rumah Tangga Pengguna Sepeda Motor

Analisis *crosstab* (tabulasi silang) adalah suatu analisis hubungan antara dua atau lebih variabel, yang digambarkan melalui hubungan antar baris dan kolom variabel. Jenis data yang digunakan pada analisis *crosstab* adalah data nominal atau ordinal. Dalam konteks ini, akan dilihat bagaimana hubungan variabel perilaku perjalanan (PP) yang terukur

menurut Kitamura (2010), yaitu: frekuensi perjalanan, waktu perjalanan, jarak tempuh, dan biaya perjalanan; dengan variabel sosial ekonomi demografi (SED) yang digambarkan oleh jumlah anggota keluarga, jumlah kepemilikan sepeda motor, dan pendapatan rumah tangga. Adapun contoh data yang akan digunakan dalam analisis ini ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Contoh Data Yang Digunakan Sebagai Input

NO	PERILAKU PERJALANAN HARI KERJA				PERILAKU PERJALAN AKHIR PEKAN				SOSIAL EKONOMI DEMOGRAFI		
	Jarak Tempuh (km)	Frekuensi Perjalanan (jumlah)	Biaya (Rp)	Waktu Tempuh (menit)	Jarak Tempuh (km)	Frekuensi Perjalanan (jumlah)	Biaya (Rp)	Waktu Tempuh (menit)	Kepemilikan Sepeda Motor	Jumlah Anggota Keluarga	Pendapatan (juta)
RT 1	8	6	3000	40	8	6	2750	40	3	3	3
RT 2	4	2	5000	30	5	4	5500	40	1	3	2.4
RT 3	34	4	6000	70	31	7	6000	80	3	5	5.4
RT 4	1	2	1000	10	8.5	3	1750	35	3	4	1.8
RT 5	11	8	4500	60	7.5	6	2750	50	1	6	3

Dengan menggunakan alat analisis *crosstab*, maka data awal yang merupakan data rasio dikategorikan terlebih dahulu. Adapun pengkategorian dibagi ke dalam tiga kelas, yaitu: rendah (diwakili angka 1), sedang (diwakili angka 2), dan tinggi (diwakili angka 3).

Penentuan kategori tersebut dilakukan dengan cara perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Range Antar Kelas} = \frac{\text{Nilai Maksimum} - \text{Nilai Minimum}}{\text{Jumlah Kategori}}$$

Adapun contoh data yang sudah dikategorikan adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2.** Contoh Data Yang Sudah Dikategorikan

NO	PERILAKU PERJALANAN HARI KERJA				PERILAKU PERJALANAN AKHIR PEKAN				SOSIAL EKONOMI DEMOGRAFI		
	Jarak Tempuh	Frekuensi Perjalanan	Biaya	Waktu Tempuh	Jarak Tempuh	Frekuensi Perjalanan	Biaya	Waktu Tempuh	Kepemilikan Sepeda Motor	Jumlah Anggota Keluarga	Pendapatan
RT 1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1
RT 2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
RT 3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
RT 4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
RT 5	1	2	2	1	1	2	1	1	1	3	1

(Keterangan: 1 = Rendah; 2 = Sedang; dan 3 = Tinggi)

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 2 di atas, maka dapat dilihat bahwa terdapat dua variabel yang akan dilihat hubungannya, yaitu variabel perilaku perjalanan yang dibagi

menjadi perilaku perjalanan hari kerja dan perilaku perjalanan akhir pekan dan variabel sosial ekonomi demografi. Pada analisis *crosstab*, variabel yang akan ditempatkan pada baris adalah variabel perilaku perjalanan (hari kerja dan akhir pekan), dan variabel yang ditempatkan pada kolom adalah variabel sosial ekonomi demografi. Hasil analisis *crosstab* dibedakan antara hari kerja dan akhir pekan.

### Hasil Analisis *Crosstab* Variabel Perilaku Perjalanan – Sosial Ekonomi Demografi

*Output* atau keluaran dari analisis *crosstab* akan menghasilkan suatu analisis hubungan antar variabel (perilaku perjalanan sebagai baris dan kondisi sosial ekonomi demografi sebagai kolom) yang ditinjau melalui uji *Chi-square*. Adapun dalam menentukan apakah ada hubungan atau keterkaitan antara variabel baris dan kolom, maka langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan hipotesisnya terlebih dahulu, yaitu:

$H_0$  = tidak ada hubungan antara perilaku perjalanan dan kondisi sosial ekonomi demografi

$H_1$  = ada hubungan antara perilaku perjalanan dan kondisi sosial ekonomi demografi.

Melalui hipotesis tersebut, maka uji *Chi-square* yang menghasilkan nilai *Pearson Chi-square* dari masing-masing hubungan antara variabel baris dan kolom menjadi acuan apakah ada hubungan antar variabel atau tidak. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan nilai kritis 5% (0,05), maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Jika nilai *Chi-square* > 0,05, maka  $H_0$  diterima;
2. Jika nilai *Chi-square* < 0,05, maka  $H_0$  ditolak.

Berdasarkan hasil analisis SPSS maka didapatkan nilai *Pearson Chi-square* dari tiap-tiap hubungan antar variabel baris dan kolom adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai *Pearson Chi-square* Hubungan Perilaku Perjalanan Hari Kerja – Sosial Ekonomi Demografi

PP \ SED	Jumlah Kepemilikan Sepeda Motor	Jumlah Anggota Keluarga	Pendapatan Rumah Tangga
Jarak Tempuh	<b>0,029</b>	0,388	<b>0,005</b>
Frekuensi Perjalanan	0,136	0,884	0,923
Biaya Perjalanan	0,392	0,292	0,292
Waktu Tempuh	0,910	0,158	0,547

Tabel 3 di atas menunjukkan nilai *Pearson Chi-square* dari tiap-tiap hubungan variabel baris dan kolom. Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan diketahui nilai *Pearson Chi-square* hubungan antar variabel baris dan kolom yang menunjukkan angka di bawah 0,05 adalah hubungan variabel jarak tempuh dengan variabel jumlah kepemilikan sepeda motor (ditunjukkan dengan nilai 0,029) serta hubungan variabel jarak tempuh dengan variabel pendapatan rumah tangga (ditunjukkan dengan nilai 0,005). Berdasarkan hipotesa yang sudah dibentuk, nilai *Pearson Chi-square* kedua hubungan variabel baris dan kolom tersebut menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak karena nilai *Chi-square* lebih kecil dari 0,05. Artinya bahwa variabel jarak tempuh dapat dipengaruhi oleh variabel jumlah kepemilikan sepeda motor dan variabel pendapatan rumah tangga. Hal ini mengindikasikan bahwa rumah tangga (pasangan suami-istri) yang bermukim di pinggiran Kota Semarang cenderung kedua-duanya bekerja. Hal ini mendorong rumah tangga memiliki lebih dari

satu sepeda motor yang biasanya digunakan untuk tujuan perjalanan bekerja, dimana lokasi aktivitas bekerja tersebut berada di pusat Kota Semarang.

Adapun nilai *Pearson Chi-square* berdasarkan hasil analisis *crosstab* hubungan perilaku perjalanan pada akhir pekan dan sosial ekonomi demografi ditampilkan pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Nilai Pearson Chi-square Hubungan Perilaku Perjalanan Akhir Pekan – Sosial Ekonomi Demografi

PP \ SED	Jumlah Kepemilikan Sepeda Motor	Jumlah Anggota Keluarga	Pendapatan Rumah Tangga
Jarak Tempuh	0,543	0,275	0,072
Frekuensi Perjalanan	0,691	<b>0,041</b>	<b>0,039</b>
Biaya Perjalanan	0,646	0,840	0,519
Waktu Tempuh	0,316	0,471	<b>0,004</b>

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 4, diketahui nilai *Pearson Chi-square* hubungan antar variabel baris dan kolom yang menunjukkan angka di bawah 0,05 adalah hubungan variabel frekuensi perjalanan dan jumlah anggota keluarga (ditunjukkan dengan nilai 0,041), hubungan variabel frekuensi perjalanan dan pendapatan rumah tangga (ditunjukkan dengan nilai 0,039), dan hubungan variabel waktu tempuh dan pendapatan rumah tangga (ditunjukkan dengan nilai 0,004). Angka tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara variabel kolom dan baris tersebut ( $H_0$  ditolak). Hal ini menunjukkan bahwa variabel frekuensi perjalanan pada akhir pekan dipengaruhi oleh variabel jumlah anggota keluarga dan pendapatan rumah tangga, serta variabel waktu tempuh dipengaruhi oleh variabel pendapatan rumah tangga. Kecenderungan aktivitas rumah tangga yang bermukim di pinggiran Kota Semarang pada akhir pekan adalah mencari hiburan di pusat Kota Semarang yang dilakukan bersama anggota keluarga. Waktu tempuh yang dibutuhkan untuk mencapai pusat hiburan tersebut akan berimplikasi terhadap biaya transportasi yang dibutuhkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan temuan studi, dapat diketahui bahwa ada perbedaan karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor di pinggiran Kota Semarang. Pada hari kerja, jarak tempuh rumah tangga dipengaruhi oleh jumlah kepemilikan sepeda motor dan pendapatan rumah tangga. Hal ini mengindikasikan bahwa rumah tangga pengguna sepeda motor yang tinggal di Perumnas Banyumanik pada umumnya adalah pasangan suami-istri yang bekerja dan memiliki otonomi pergerakan yang didukung oleh kepemilikan sepeda motornya. Hal ini menunjukkan bahwa suami dan istri memiliki peran ganda dalam rumah tangga, selain aktif bekerja dan juga melakukan tugas-tugas rumah tangga.

Disisi lain, frekuensi perjalanan pada akhir pekan dipengaruhi oleh jumlah anggota keluarga dan pendapatan rumah tangga, serta waktu tempuh dapat dipengaruhi oleh pendapatan rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik perilaku perjalanan rumah tangga pengguna sepeda motor pada akhir pekan lebih dipengaruhi oleh pendapatan rumah tangga. Biasanya, pada akhir pekan rumah tangga tersebut melakukan aktivitas

rekreasi atau jalan-jalan bersama anggota keluarga. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas non-harian, baik suami maupun istri sama-sama meningkat pada akhir pekan.

Temuan studi ini sesuai dengan apa yang dikatakan Agarwal (2004), yaitu bahwa pola aktivitas harian dapat dibedakan berdasarkan aktivitas pada hari kerja dan akhir pekan, di mana perbedaan tersebut mempengaruhi perilaku perjalanan rumah tangga.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agarwal, Ashish. 2004. *A Comparison of Weekend and Weekday Travel Behaviour Characteristics in Urban Area*. Thesis. Unpublished. Master of Science Civil engineering University of South Florida.
- Algifari. 2000. *Analisis Regresi: Teori, Kasus, dan Solusi*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.
- BAPPEDA. 2010. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2010-2030*. Bappeda Kota Semarang.
- BAPPEDA. 2008. *Masterplan Transportasi Kota Semarang Tahun 2008-2028*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang.
- BPS. 2011. *Kota Semarang Dalam Angka 2011*. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Bungin, M. Burhan. 2010. *Metodologi Penelitian Kuantitatif Komunikasi, Ekonomi, dan Kebijakan Publik serta Ilmu-Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Chatman D. G. 2008. *Residential Choice, The Built Environment, and Non-work Travel: Evidence Using New Data and Methods*. Environment and Planning A.
- Ettema, Dick et al. 2006. *The Effect of Location, Mobility and Socio-Demographic Factors on Task and Time Allocation of Households*. Transportation, Vol : 34.
- Gillham, Oliver. 2006. *The Limitless City A Primer on The Urban Sprawl Debate*. Washington: Island Press.
- Hayashi, Y. 1996. *Economic Development and its Infrastructure of the Environment: Urbanisation, Infrastructure and Land Use Planning Systems in Transport, Land-Use and The Environment*, eds. Y Hayashi & J Roy, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 3-25
- Kitamura, Ryuichi. 2010. *Life Style and Travel Demand*. University of California at Davis, USA, Transportation, Vol. 36.
- Levinson, David, M. 1997. *Life-Cycle, Money, Space, and the Allocation of Time*. Transportation, Vol :26.
- Naess. Petter. 2005. *Residential Location Affects Travel Behaviour-But How and Why? The Case of Copenhagen Metropolitan Area*. Aalborg University Denmark, Progress in Planning 63.
- Newman, P., J. Kenworthy. 1999. *Sustainability and Cities; Overcoming Automobile Dependence*. Island Press, Washington, D.C.
- Srinivasan, Sivaramakrishnan. 2004. *Modeling Household Interactions in Daily Activity Generation*. Unpublished Ph.D. dissertation, The University of Texas Austin.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. R&D Bandung: Alfabeta.

Yoon S.Y. and K.G. Goulias. 2010. *The Impact of Time-Space Prism Accessibility on Time Allocation and its Propagation Through Intra-Household Interaction*. University of California at Santa Barbara, USA.

Yunus, Hadi Sabari. 2005. *Struktur Tata Ruang Kota*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

## ANALYSIS OF MODE CHOICE BEHAVIOR USING RUM AND RRM

**Medis Sejahtera Surbakti**  
Graduate Student  
School of Civil Engineering  
Universiti Sains Malaysia  
medissurbakti@yahoo.com

**A. Farhan Mohd. Sadullah**  
Professor  
School of Civil Engineering  
Universiti Sains Malaysia  
cefrhn@usm.my

**Ahmad Shukri Yahya**  
Professor  
School of Civil Engineering  
Universiti Sains Malaysia  
ceshukri@usm.my

### Abstract

A mode choice on transportation model, are developed based on the economic theory is called the Random Utility Maximization (RUM), which emphasizes the use of rationality in the selection process. In 2008, Caspar G. Chorus developed the Random Regret Minimization (RRM) theory, which facilitated the development of the voting behavior theory (choice behavior), in which a state of choice behavior minimizes regret that may arise from selection. This preliminary study aims to demonstrate differences in the calculation results in the analysis of RUM and RRM in the case of the selection of vehicle types. Such results exhibit the intermodal characteristic of work or business travel. The method of analysis used in this study is the stated preference technique. Results of the comparison analysis between RUM and RRM showed no significant difference across the purposes of travel, total travel time, and destination point.

**Keywords:** *Choice Behavior, Utility Maximization, Regret Minimization*

### Abstrak

Pemodelan pemilihan moda pada transportasi dibangun atas teori dasar ekonomi yang dinamakan Pemaksimalan Utilitas secara random (Random Utility Maximisation=RUM), yang memberikan penekanan pada penggunaan rasionalitas pada proses memilih. Pada Tahun 2008, Caspr G. Chorus membangun Peminimalan Regret (Penyesalan) secara random (RRM), yang memfasilitasi pembangunan teori perilaku memilih, dimana pemilih akan meminimalkan regret yang mungkin muncul pada pilihan yang ada. Studi awal ini akan mendemonstrasikan perbedaan perhitungan pada analisa dengan menggunakan RUM dan RRM pada kasus pemilihan moda. Hasil yang diperoleh juga memperlihatkan karakteristik pergantian moda perjalanan dengan tujuan bekerja dan bisnis. Metoda analisis yang dipakai adalah teknik Stated Preference. Hasil dari perbandingan RUM dan RRM memperlihatkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan berdasarkan tujuan perjalanan, total waktu perjalanan dan titik akhir perjalanan.

**Kata Kunci:** *Prilaku Memilih, Pemaksimalan Utilitas, Peminimalan Penyesalan*

## INTRODUCTION

Ramming, in his dissertation, studied the use of various forms of route selection models (discrete choice) and examined the link between such models and the knowledge of a network of individuals who choose a route journey [1]. Ramming concluded that discrete models that have failed in the assumption that individual drivers have perfect information related to traffic conditions and journey and that a driver has unlimited ability to process information.

Cherchi reviewed the theory of decision making related to human behavior when choosing (choice behavior). Through the development of the transport theory, Cherchi describes the evolution of the regret theory from one that was developed from the theory of economic failure to explain how people behave (choice behavior) and choose (choice preferences) given the available options. He included this topic in a recent discussion on the field of travel behavior research [2].

Regret theory was developed based on choosing behavior (choice behavior) within a state of uncertainty. During its development, regret theory was used in various disciplines, such as marketing, micro economy, psychology, management, and transportation [3].

This paper aims to demonstrate the difference between Random Utility Maximization (RUM) and the concept of Random Regret Minimization (RRM) in terms of the Mode Choice model when applied to the Bandung –Jakarta Route.

## LITERATURE REVIEW

### Discrete Choice

The use of discrete models is not limited to the selection mode of a vehicle, but is also used in various disciplines, such as economics, agriculture, and marketing among others. The numerous kinds of discrete models must meet the following criteria:

1. The set of choices or classifications must be finite.
2. The set of choices or classifications must be mutually exclusive, that is, a particular outcome can only be represented by one choice or classification.
3. The set of choices or classifications must be collectively exhaustive, that is, all choices or classifications must be represented by the choice set or the classification.

Discrete models were conceived based on economic theory and random utility, in which models are established to minimize the error relative to the independent variable  $X$  and dependent variable  $Y$ .

Some assumptions relative to the discrete choice model, which was developed through the random utility theory [4], are as follows:

1. An individual is faced with a finite set of choices from which only one can be selected.
2. Individuals belong to a homogenous population and act rationally. They possess perfect information and always select the option that maximizes their net personal utility.
3. If  $C$  is defined as the universal choice set of discrete alternatives, and  $J$  is the number of elements in  $C$ , then each member of the population has a subset of  $C$  as his or her choice set. Most decision makers, however, include a subset  $C_n$  that is considerably smaller than  $C$ . Defining subset  $C_n$  as a feasible choice set for an individual is not a trivial task; however, it is assumed that the subset can be determined.
4. Decision makers are endowed with a subset of attributes  $x_n \in X$ , which consists of all the measured attributes that are relevant in the decision making process.

The discrete model forms that are expressed in probabilities are as follow :

1. Logit

$$P_1 = \frac{\exp(V_1)}{\exp(V_1) + \exp(V_2)} \quad (1)$$

2. Probit

$$P_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{v_1 - v_2 + x_1} \frac{\exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho)} \left[\left(\frac{x_1}{\sigma_1}\right)^2 - \frac{2\rho x_1 x_2}{\sigma_1 \sigma_2} + \left(\frac{x_2}{\sigma_2}\right)^2\right]\right\}}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{(1-\rho^2)}} dx_2 dx_1 \quad (2)$$

3. Nested Logit

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}/\lambda k} (\sum_{j \in Bk} e^{V_{nj}/\lambda k})^{\lambda k - 1}}{\sum_{l=1}^K (\sum_{j \in B l} e^{V_{nj}/\lambda k})^{\lambda l}} \quad (3)$$

#### 4. Mixed Logit

$$P_{ni} = \sum_{m=1}^M S_m \left( \frac{e^{b'_m x_{ni}}}{\sum_j e^{b'_m x_{nj}}} \right) \quad (4)$$

Discrete choice models have long been used by transportation researchers. These models include the Multinomial Logit [5], Nested Logit [6], Multinomial Probit [7], Generalized Extreme Value [8], Mixed Logit [9], and Multiple discrete-Continuous Extreme Value [10].

Numerous discussions have been conducted to criticize the use of utility theory in transportation because of limited human ability for data processing and analysis within a specific timeframe.

Critiques of the utility of this theory were developed in studies by Kahnemen and Tversky [11], whose criticisms served as the basis for the application of other theories, such as:

1. Regret theory [12]
2. Prospect Theory [11]
3. Bounded Rationality [13]

#### Model Regret

Regret theory states that an alternative  $i$  is selected from a choice set containing  $i$  and  $j$ , if and only if;

$$\sum_{s \in S} [p(s) \cdot R_{ij}(s)] > 0 \quad (5)$$

Regret is initially developed to assess risk selection in a lottery to select a choice between two options. The development of such theory in the analysis of travel needs (travel demand) provides satisfactory results.

The early development of the regret theory by Chorus [14] produced an extensive formula that can be used in a multinomial selection.

If rider  $n$  faces a choice among alternatives  $i$ ,  $j$ , and  $k$ , where each alternative has attributes  $x$ ,  $y$ , and  $z$ , a dummy variable is presented as follows:

$$i = \{x_i, y_i, z_i\}; \quad j = \{x_j, y_j, z_j\}; \quad k = \{x_k, y_k, z_k\};$$

Based on regret theory, the value of the regret by a rider is equal to the regret associated with value compared with all regrets for all existing alternatives:

$$\begin{aligned} R_i &= \max \{R_{ij}, R_{ik}\} \\ R_j &= \max \{R_{ji}, R_{jk}\} \\ R_k &= \max \{R_{ki}, R_{kj}\} \end{aligned} \quad (6)$$

The regret binaries contained in the above equations present the amount of regret obtained for each alternative as derived from the maximum possible regret on the outcomes of one-on-one comparisons between the attributes of the alternative with other alternatives.

For example, to compare the binary regret of alternatives  $i$  and  $j$ ,  $R_{ij}$  is given by

$$R_{ij} = \varphi_x(x_i, x_j) + \varphi_y(y_i, y_j) + \varphi_z(z_i, z_j) \quad (7)$$

where

$$\varphi_x(x_i, x_j) = \max\{0, \beta_x \cdot (x_j - x_i)\}$$

$$\varphi_y(y_i, y_j) = \max\{0, \beta_y \cdot (y_j - y_i)\} \quad (8)$$

$$\varphi_z(z_i, z_j) = \max\{0, \beta_z \cdot (z_j - z_i)\}$$

$\beta_x$ ,  $\beta_y$ , and  $\beta_z$  are parameter coefficients obtained from the selected alternative.

### Random Regret Minimization

In 2010, Chorus modified the model to reduce the limitations of the formula, as shown below.

$$\bar{R}_i = \sum_{j \neq i} \sum_{m=1..M} \ln(1 + \exp[\beta_m \cdot (x_{jm} - x_{im})]) \quad (9)$$

For the probability, the choice of a common form results from the adoption of a multinomial logit formula, which maximizes the negative random regret and can be written as follows:

$$P_i = \frac{\exp(-\bar{R}_i)}{\sum_{j=1..J} \exp(-\bar{R}_j)} \quad (10)$$

## DATA AND SURVEY

This research was conducted to observe the movement of people (passengers) between Bandung to Jakarta by taking samples of the passengers traveling on trains and buses. The survey was conducted directly among the pool of bus travelers in Bandung and on the train (on-board survey).

The current competition exists between rail modes and small bus /travel bus modes. Prior to 2006, train travel time was approximately three hours, whereas that for public buses was four hours to five hours. At that time, the Parahiangan train was the preferred choice for numerous travelers from Bandung to Jakarta, and vice versa.

However, with the completion of the Cipularang Toll Road that connects Jakarta and Bandung, the travel time for a small bus decreased to two hours to 2.5 hours, which significantly increased the volume of buses traveling from Bandung to Jakarta (from three companies in 2004 with five to 10 buses to over 25 companies in 2011 with approximately 1500 buses).

The large volume of vehicles passing the Bandung–Jakarta segment resulted in an increase in travel time. Meanwhile, train operators achieved a reduction in travel time.

Data on the frequency and volume of passengers moving from Bandung to Jakarta daily are as follows:

### Train

Trains from Bandung to Jakarta are scheduled to travel eight times a day with business and executive classes. Trains operate from 05:30 to 20:30 and travel as far as 173 km, filling 328 seats in four executive and two business class compartments. Business class fare is Rp. 55,000, whereas, the executive fare is Rp. 80,000.

### Travel Bus mode

Preliminary research indicates six main bus companies that serve the movement from Bandung to Jakarta: Daytrans, Xtrans, Citytrans, Cipaganti, Beraya Travel, and Transline. The frequency of departure varies between half an hour to an hour. Each company has a

separate poll (own vehicle terminal), as well as variations in the hour of departure and the departure frequency for each pool. Bus fare varies between Rp. 60,000 and Rp. 75,000.

Using a small bus mode/travel mode comes with the advantages of a more frequent departure time than traveling by train. Moreover, the locations of the vehicle poll are well dispersed within the city of origin (Bandung) and in the destination (Jakarta). The disadvantages are the fare, which is more expensive than the fee for riding a train, and the low travel time reliability (especially when arriving or departing from Jakarta and Bandung) caused by the increasing volume of traffic using the Cipularang highway segment.

The data attributes for the two modes are as follows:

**Table 1.** Performance Attribute Data for Each Mode

Attribute	Train	Travel Bus
Fare	Rp 55,000 / Rp. 80,000	Rp 60,000 - Rp. 70,000
Travel Time	3.5 hours	2.5 hours
Freq	Eight times/day	Every half hour
Operator	Argo Parahiangan	X trans, Cipaganti, CityTrans, etc.

The pilot survey results from December 2012 indicate a number of attributes that affect travel mode choice:

1. Travel time uncertainty during peak hours
2. Destination Point

The survey was conducted for 10 days at the train station in Bandung with 10 selected polls of buses. Every surveyor must be certain that a passenger who is requested to answer the questionnaire must meet the following criteria:

1. Reason for traveling is work/business
2. Has tried both transport modes (train and bus)

For motivation, each respondent who answered the questionnaire received a gift (a mechanic pencil or a pen) valued at approximately Rp 15,000.

From the 1000 questionnaires distributed to train and bus travelers, only 633 questionnaires were eligible. Others included inconsistent answers or were unqualified for the stated logic preference and were thus excluded.

Out of 633 questionnaires, 445 were analyzed using the stated preference technique with 8011 rows of data. A total of 387 respondents were included in the analysis using the revealed preference technique. N Logit 5, an econometric software, was used to analyze the stated and revealed preference data for the RUM model, whereas the Matlab was used for the RRM analysis (Equations 6 and 8).

## ANALYSIS

The results obtained from the N Logit 5 analysis are shown in Table 2.

**Table 2.** Results of the Binomial Logit Analysis for the Stated Preference Data from N Logit 5

```

-----
Binary Logit Model for Binary Choice
Dependent variable           K
Log likelihood function      -4776.44983
Restricted log likelihood    -4855.16445
Chi squared [ 6 d.f.]      157.42925
Significance level          .00000
McFadden Pseudo R-squared  .0162126
Estimation based on N = 8010, K = 7
Inf.Cr.AIC = 9566.9 AIC/N = 1.194
FinSmplAIC = 9566.9 FIC/N = 1.194
Bayes IC = 9615.8 BIC/N = 1.200
HannanQuinn = 9583.6 HIC/N = 1.196
Model estimated: Sep 27, 2013, 13:17:14
Hosmer-Lemeshow chi-squared = 46.44489
P-value = .00000 with deg.fr. = 8
-----

```

	K	Coefficient	Standard Error	z	Prob.  z >Z*	95% Confidence Interval	
Constant		-3.21860***	.48485	-6.64	.0000	-4.16888	-2.26831
TCT		.02522***	.00305	8.27	.0000	.01925	.03120
TTT		.36835***	.06083	6.06	.0000	.24912	.48757
TCB		-.00996***	.00243	-4.09	.0000	-.01473	-.00519
TTB		-.04137	.06057	-.68	.4946	-.16008	.07734
TCA		.13490***	.02437	5.54	.0000	.08715	.18266
TTA		-.02735	.24264	-.11	.9102	-.50292	.44821

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.

Table 2 shows that the variables Travel Cost for Train (TCT), Travel Time for Train (TTT), Travel Cost for Bus (TCB), and Total Cost for Access (TCA) varied and significantly affected the model.

After running the same data, which were analyzed using Matlab for the RRM method, the analysis results of the comparison between binomial logit and regret minimization are presented in the Table 3.

Table 3 shows no significant difference between the RRM and RUM models. Although the AIC/N and BIC/N for the RRM model were better than those for the RUM, the difference is not significant.

From the Revealed Preference data, logistic analysis suggests that several variables significantly affect the choice of transport mode of the passenger. These variables include the following:

1. Transport mode that brings them to the train station/bus poll from home
2. Kind of Penalty (if tardy)
3. Marital status

**Table 3.** Comparison of RRM and RUM (for business and work purposes)

Variable/ Parameter	Logit Binomial	SE	Rand. Regret	SE
TCT	0.02522	0.00305	0.03714	0.00283
TTT	0.36835	0.06083	0.33966	0.03069
TCB	-0.00996	0.00243	-0.00315	-0.00271
TTB	-0.04137	0.06057	-0.03710	0.04246
TCA	0.13490	0.02437	0.18623	0.00129
TTA	-0.02735	0.24264	-0.03386	0.14940

Variable/ Parameter	Logit Binomial	SE	Rand. Regret	SE
Const.	-3.21860	0.48485	-4.28709	0.56398
Hosmer Lemeshof chi-squared	46.44489		47.59184	
AIC/N	1.194		1.114	
BIC/N	1.200		1.192	
Log likelihood	-4776.4		-4776.4	
Number of cases	8010		8010	

## CONCLUSION

1. No significant difference was observed between the two models in terms of the constants and coefficients of the proposed parameters.
2. A negative sign of the coefficient indicates that the second parameter model of the attributes negatively influences the selection of vehicle mode.
3. A greater value of an attribute results in reduced passenger interest in using the corresponding mode.
4. In the above analysis, the purpose of the trip is work or business, and no significant difference was found between the two models.
5. This result is in line with the results of research conducted in the case of modal choice between bus and train with non-business purposes trip.
6. Further studies comparing the RRM and RUM formulas, such as those focusing on clustering passengers into Purposes of Travel or Socio-Economic differences, as well as a spatial analysis considering the origin and destination of the passenger, are recommended.

## REFERENCES

- Anggraeni, Ratna Dewi. (2009). *Preferensi Pemilihan Moda Dengan Kajian Intermodality Pada Pergerakan Penumpang Angkutan Umum Jurusan Bandung-Jakarta.*(In Indonesia) *Master Thesis, ITB.* Indonesia.
- Bewick, et all. (2005). *Statistic Review 14: Logistic Regression, Critical Care, February 2005 Vol 9. No.1.*
- Ben-Akiva. (1974). *Structure of passenger travel demand models. Transportation Research Record 526, 26–41.*
- Bhat, C.R. (2005). *A multiple discrete-continuous extreme value model: formulation and application to discretionary time-use decisions. Transportation Research Part B 39, 679–707.*
- Brownstone, D., Bunch, D.S., Train, K. (2000). *Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles. Transportation Research Part B 34, 315–338.*

- Chorus C G, Arentze T A, Timmermans H J P. (2008). A Random Regret Minimization Model of Travel Choice. *Transportation Research Part B* 42 1 – 18.
- Chorus, Caspar G. (2010). A New Model of Random Regret Minimization. Delft University of Technology.
- Daganzo, C.F., (1980). Multinomial Probit: The Theory and its Application to Demand Forecasting. Academic Press, New York.
- Daly, A., Bierlaire, M. (2006). A general and operational representation of general extreme value models. *Transportation Research Part B*.40, 285–305.
- Elisabetta Cherchi. (2009). Modeling individual preferences, State of the art, recent advances and future directions. *12th International Conference on Travel behaviour Research*, Jaipur, India.
- Greene., William H. (2011). Limdep ver.9. Econometric Software, Inc. 15 Gloria Place Plainview, NY 11803.
- Loomes G, Sugden R. (1982). "Regret theory: an alternative theory of rational choice under uncertainty" *The Economic Journal* Vol. 92 p. 805 – 824.
- Jones, Brayan D. (1999). Bounded Rationality. *Annual Reviews of Political Science Journal*. Vol. 2: 297-321.
- Kahneman D, Tversky A, (1979). "Prospect theory: an analysis of decision under risk" *Econometrica* Vol. 47 p.263 – 291.
- Ortúzar J.de D. and Willumsen, L.G. (2001). *Modeling Transport*. Third Edition, John Wiley & Sons, England.
- Ramming, Michael Scott. (2002). *Network Knowledge and Route Choice*. Ph.D thesis of MIT.
- Train, Kenneth E. (2009). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press.
- Williams, H., (1977). On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit. *Environment and Planning A* 9, 285–344v.

## **APLIKASI METODE ANALISIS HIRARKI PROSES (AHP) PADA MODEL PEMILIHAN MODA PERJALANAN KERJA**

**Yahya Kurniawan**  
Civil Engineering, Engineering  
Faculty, Jember University,  
Jln. Kalimantan 37 Kampus  
Tegalboto, Jember, 68121  
Telp: (0331) 410241

**Akhmad Hasanuddin**  
Civil Engineering, Engineering  
Faculty, Jember University,  
Jln. Kalimantan 37 Kampus  
Tegalboto, Jember, 68121  
Telp: (0331) 410241  
damha\_sipilunej@yahoo.co.id

**Sri Wahyuni**  
Civil Engineering, Engineering  
Faculty, Jember University,  
Jln. Kalimantan 37 Kampus  
Tegalboto, Jember, 68121  
Telp: (0331) 410241  
sriwahyuni.teknik@unej.ac.id

### **Abstract**

There is a tendency to concentrate housing area in southern part of Jember territory. This demographic condition caused traffic congestion during the rush hour. The objectives of this research are for estimating the priority weights of mode election, estimating the form of modal election models, and analyzing the sensitivity of factors in election of mode. Based on AHP, the result showed that the safety factor is become the main priority (46%), then the second is cost (41%), the third is time (8%) and the last is comfortable (5%). Based on the various factors that give effect to mode election, it's known that lyn is the lowest priority (7%), motor cycle is 48% and car is 45%. The sensitivity analysis result, it's known that decreasing and increasing of priority for each criterion do not give any significant changing in the election of lyn as working trips alternative transportation mode.

**Keywords:** *Analytic Hierarchy Process, Moda Transportasi, Working Trips*

### **Abstrak**

Pada beberapa tahun terakhir, terdapat kecenderungan terjadinya pemusatan kawasan perumahan untuk wilayah Kota Jember. Kondisi demografi tersebut menimbulkan kemacetan lalu-lintas terutama pada jam-jam sibuk berangkat dan pulang kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi bobot prioritas pemilihan moda transportasi, mengestimasi bentuk pemodelan pemilihan moda, dan menganalisa sensitivitas faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda. Berdasarkan hasil analisa metode AHP, diketahui bahwa faktor aman menjadi prioritas utama yakni sebesar 46%; kemudian biaya 41%; waktu 8% dan yang terakhir adalah nyaman sebesar 5%. Dilihat dari berbagai faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda, maka diketahui bahwa bobot prioritas pemilihan angkutan umum dalam hal ini adalah lyn merupakan prioritas pemilihan terakhir yakni 7%. Bobot prioritas pemilihan lyn terpaut jauh jika dibanding prioritas pemilihan sepeda motor dan mobil yang masing-masing sebesar 48% dan 45%. Dari hasil analisa sensitivitas, diketahui bahwa pengurangan dan peningkatan bobot prioritas pada masing-masing kriteria tidak memberikan perubahan berarti dalam pemilihan lyn sebagai alternatif moda transportasi perjalanan kerja atau dengan kata lain lyn bersifat insensitif terhadap parameter-parameter yang dianggap berpengaruh dalam pemilihan moda transportasi perjalanan kerja.

**Kata Kunci:** *Analisis Hirarki Proses, Moda Transportasi, Perjalanan Kerja.*

## **LATAR BELAKANG**

Kota Jember terbagi dalam 3 kecamatan dan 22 kelurahan dengan luas wilayah sekitar 98,98 Km<sup>2</sup>. Walaupun luas Kota Jember hanya 3% dari luas keseluruhan Kabupaten Jember, akan tetapi 14,25% (data 2010) dari total penduduk Kabupaten Jember bermukim di tiga kecamatan di Kota Jember, yakni : Kecamatan Patrang, Kecamatan Kaliwates dan Kecamatan Sumbersari.

Pada beberapa tahun terakhir, terdapat kecenderungan terjadinya pemusatan kawasan perumahan untuk wilayah Kota Jember yakni berada di selatan pusat kota tepatnya di Kelurahan Tegal Besar, Kecamatan Kaliwates dan di Kelurahan Kebonsari, Kecamatan Sumbersari. Kondisi demografi tersebut menimbulkan permasalahan dalam prasarana transportasi yakni akses jalan untuk berlalu-lintas.

Menurut Wardana, 2004 diketahui LOS (*Level of Service*) ruas Jl. Letjen Suprpto masuk dalam kategori LOS D dan jam puncak terjadi pada jam-jam berangkat kerja (06.10 s/d 07.10) dan pulang kerja (15.00 s/d 16.00). Sementara itu, menurut Adrisyanti, 2012 dalam penelitian bangkitan perjalanan Kelurahan Kebonsari dan Kelurahan Tegal Besar diketahui bahwa perjalanan kerja merupakan variabel perjalanan yang paling dominan. Tamin (dalam Lubis, 2010) menyatakan bahwa sangatlah tidak mungkin menampung semua kendaraan pribadi disuatu kota karena tentunya akan membutuhkan ruang jalan yang sangat luas, termasuk tempat parkir. Apalagi, meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi seringkali tidak diimbangi peningkatan prasarana jalan raya, akibatnya volume pergerakan mobilitas lebih tinggi dibandingkan kapasitas sistem prasarana transportasi yang ada. Oleh karena itulah, dalam perencanaan transportasi angkutan umum memegang peran kunci dalam berbagai kebijakan transportasi.

Untuk meningkatkan pemilihan terhadap angkutan umum, perlu diketahui terlebih dahulu faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pemilihan moda perjalanan kerja. Hal inilah yang menjadi latar belakang di angkatnya topic penelitian mengenai pemodelan pemilihan moda perjalanan kerja. Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* sebagai metode analisa data. Metode AHP biasa digunakan dalam pemilihan dan pengambilan keputusan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor atau kriteria tertentu dengan input utamanya persepsi manusia.

### **Tujuan Penelitian**

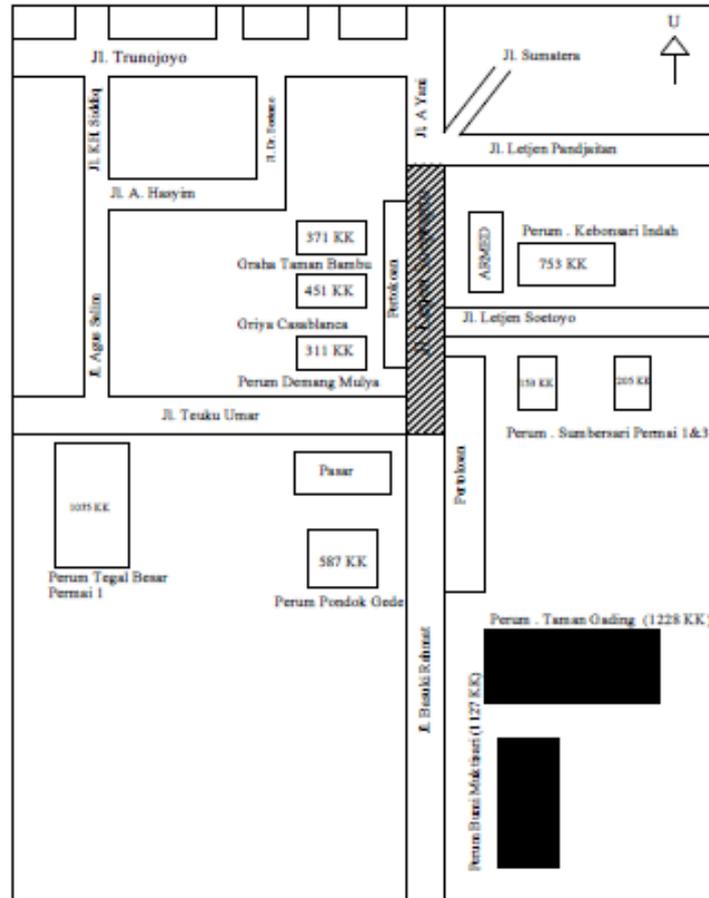
1. Pemodelan pemilihan moda perjalanan kerja berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi
2. Sensitivitas pemilihan moda perjalanan kerja apabila faktor-faktor yang mempengaruhi diubah bobot prioritasnya.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Lokasi pengumpulan data dengan teknik survei wawancara kuesioner dipusatkan di Perumahan Taman Gading dan Perumahan Bumi Muktisari (Gambar 1). Adapun pertimbangan dipilihnya kedua perumahan tersebut sebagai lokasi survei dikarenakan Perumahan Taman Gading dan Perumahan Bumi Muktisari memiliki jumlah penduduk relatif besar yang berada di Kelurahan Kebonsari dan Kelurahan Tegal Besar.

Pelaksanaan survei wawancara kuesioner dilaksanakan pada Maret 2012 - April 2012.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

### Penentuan Populasi dan Sampel

Populasinya adalah penduduk kerja yang menggunakan alternatif moda berupa mobil, sepeda motor dan lyn. Metode sampling menggunakan metode sampling nonprobabilitas. Sementara teknik sampel yang digunakan adalah teknik sampel tak acak *purposive sampling*, dengan jumlah sampel sejumlah 120 responden.

### Penyusunan Struktur Hirarki AHP

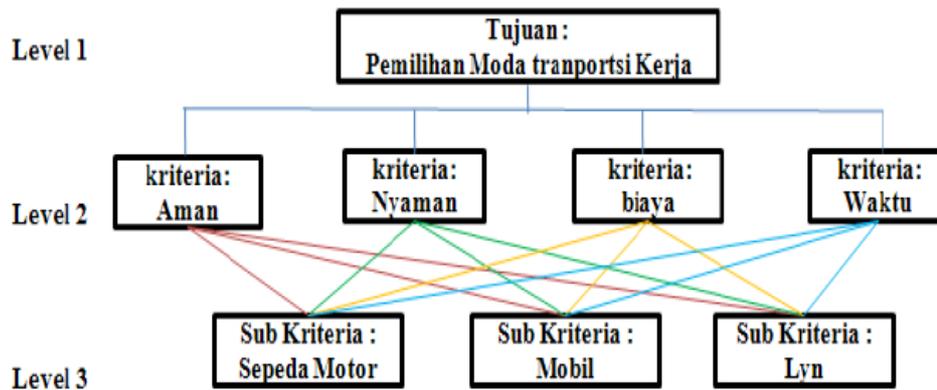
Adapun bentuk struktur hirarki AHP dalam penelitian analisa pemilihan moda transportasi perjalanan kerja adalah seperti pada gambar 2.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bobot Prioritas Pemilihan Moda Transportasi Perjalanan Kerja

#### Bobot Prioritas Masing-Masing Faktor

Faktor aman mendapatkan skor rata-rata responden tertinggi yakni faktor aman (7,9) artinya responden menilai bahwa dibandingkan ketiga faktor lainnya yaitu nyaman (7,3), biaya (7,8), dan waktu (7,4) faktor aman merupakan faktor utama bagi responden dalam menentukan pemilihan moda transportasi perjalanan kerja. Tanggapan penilaian responden terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan moda transportasi perjalanan kerja dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 2. Bagan Struktur Hirarki AHP Penelitian

Tabel 1. Rata-rata Skor Masing-masing Faktor

Faktor	Nilai Urut Kepentingan									Total	Rata – Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aman	0	0	0	0	1	0	56	16	47	120	7,9000
Nyaman	0	0	0	0	5	7	71	25	12	120	7,2667
Biaya	0	0	0	0	2	1	58	14	45	120	7,8250
Waktu	0	0	0	0	3	2	75	22	18	120	7,4167

Dengan melakukan analisa metode AHP terhadap rata-rata skor penilaian untuk masing-masing faktor, diperoleh hasil bobot prioritas sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Prioritas Masing-masing Faktor

Faktor	Aman	Biaya	Waktu	Nyaman	Bobot Prioritas
Aman	0,4556	0,4508	0,4857	0,4485	46,02%
Biaya	0,4275	0,4230	0,4104	0,3954	41,41%
Waktu	0,0663	0,0729	0,0707	0,1062	7,90%
Nyaman	0,0506	0,0533	0,0332	0,0498	4,67%
Jumlah					100%

### Bobot Prioritas Masing-Masing Faktor Terhadap Masing-Masing Moda

#### Bobot Prioritas Faktor Aman Terhadap Masing-Masing Moda

Hasil menunjukkan bahwa keamanan yang ada di ketiga alternatif moda transportasi perjalanan kerja (mobil sepeda motor, dan lyn) adalah kategori sedang s/d tinggi (skor antara 5-7). Mobil mendapatkan skor rata-rata responden tertinggi yakni 7,4, artinya responden menilai bahwa dibandingkan kedua alternatif lainnya (sepeda motor dan lyn) mobil merupakan alternatif moda transportasi perjalanan kerja yang paling aman. Sementara itu, sepeda motor dan lyn mendapat skor rata-rata responden secara berurutan yaitu 6 dan 5,3. Artinya responden menganggap bahwa sepeda motor merupakan alternative moda transportasi perjalanan kerja dengan tingkat keamanan sedang hingga tinggi, sementara lyn memiliki tingkat keamanan kategori sedang. Jawaban responden mengenai penilaian terhadap keamanan masing-masing moda dapat dilihat dari tabel 3 dan dengan analisa metode AHP terhadap rata-rata skor penilaian faktor aman terhadap masing-masing moda, diperoleh hasil bobot prioritas seperti pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Rata-Rata Skor Penilaian Faktor Aman Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Nilai Urut Kepentingan									Total	Rata – Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mobil	0	0	0	0	0	5	82	18	15	120	7,3583
Sepeda Motor	0	0	0	5	29	42	44	0	0	120	6,0417
Lyn	0	0	10	7	45	53	5	0	0	120	5,3000

**Tabel 4.** Bobot Prioritas Faktor Aman Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Mobil	Sepeda Motor	Lyn	Bobot Prioritas
Mobil	0,7783	0,8148	0,6796	75,76%
Sepeda Motor	0,1352	0,1415	0,2449	17,39%
Lyn	0,0865	0,0436	0,0755	6,85%
Jumlah				100%

***Bobot Prioritas Faktor Nyaman Terhadap Masing-Masing Moda***

Hasil menunjukkan bahwa kenyamanan yang ada di ketiga alternatif moda transportasi perjalanan kerja adalah kategori rendah-sedang hingga tinggi (skor antara 4-6). Mobil dianggap responden sebagai alternatif moda transportasi perjalanan kerja yang paling nyaman dengan rata-rata skor penilaian 6,9, artinya responden menilai kenyamanan yang ada di mobil adalah kategori sedang hingga tinggi. Sementara itu rata-rata skor penilaian untuk sepeda motor adalah 5,8 atau kategori sedang dan lyn dianggap memiliki kenyamanan yang paling rendah dibanding dua alternative moda lainnya dengan rata-rata skor penilaian 4,1. Rata-rata skor penilaian faktor nyaman terhadap masing-masing moda dapat dilihat pada tabel 5 dan dengan analisa metode AHP terhadap rata-rata skor penilaian faktor nyaman terhadap masing-masing moda, diperoleh hasil bobot prioritas seperti pada Tabel 6.

**Tabel 5.** Rata-Rata Skor Penilaian Faktor Nyaman Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Nilai Urut Kepentingan									Total	Rata – Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mobil	0	0	0	0	1	14	92	13	0	120	6,9750
Sepeda Motor	0	0	1	5	41	49	24	0	0	120	5,7500
Lyn	0	2	37	36	36	9	0	0	0	120	4,1083

***Bobot Prioritas Faktor Biaya Terhadap Masing-Masing Moda***

Hasil menunjukkan bahwa efisiensi biaya yang ada di ketiga alternatif moda transportasi perjalanan kerja adalah kategori rendah hingga sedang s/d tinggi (skor antara 4-7). Sepeda motor mendapatkan rata rata skor penilaian tertinggi yakni 7,5 artinya responden menganggap sepeda motor merupakan alternatif moda transportasi perjalanan kerja yang paling murah dibandingkan mobil dan lyn. Sementara itu, mobil dan lyn mendapat skor rata-rata responden secara berurutan adalah 4,6 dan 4,8. Artinya responden menganggap bahwa mobil dan lyn merupakan alternatif moda transportasi perjalanan kerja dengan tingkat efisiensi biaya dengan kategori rendah hingga sedang. Jawaban responden mengenai penilaian terhadap efisiensi biaya masing-masing moda dapat dilihat dari tabel 7 dan dengan analisa metode AHP terhadap rata-rata skor penilaian faktor biaya terhadap masing-masing moda, diperoleh hasil bobot prioritas seperti pada Tabel 8.

**Tabel 6.** Bobot Prioritas Faktor Nyaman Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Mobil	Sepeda Motor	Lyn	Bobot Prioritas
Mobil	0,7293	0,7631	0,5939	69,54%
Sepeda Motor	0,1896	0,1984	0,3401	24,27%
Lyn	0,0810	0,0385	0,0660	6,18%
Jumlah				100%

**Tabel 7.** Rata-Rata Skor Penilaian Faktor Biaya Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Nilai Urut Kepentingan									Total	Rata – Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mobil	0	0	26	29	33	26	6	0	0	120	4,6417
Sepeda Motor	0	0	0	0	1	4	72	24	19	120	7,4667
Lyn	0	2	12	26	53	20	7	0	0	120	4,8167

**Tabel 8.** Bobot Prioritas Faktor Biaya Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Sepeda Motor	Lyn	Mobil	Bobot Prioritas
Sepeda Motor	0,8133	0,7514	0,8525	80,57%
Lyn	0,0963	0,0890	0,0528	7,94%
Mobil	0,0904	0,1596	0,0947	11,49%
Jumlah				100%

**Bobot Prioritas Faktor Waktu Terhadap Masing-Masing Moda**

Hasil menunjukkan bahwa faktor waktu yang ada di ketiga alternatif moda transportasi perjalanan kerja (mobil sepeda motor, dan lyn) adalah kategori rendah hingga sedang s/d tinggi (skor antara 4-7). Sepeda motor mendapatkan skor rata-rata responden tertinggi yakni 7 artinya responden menilai bahwa dibandingkan kedua alternatif lainnya (mobil dan lyn) Sepeda motor merupakan alternatif moda transportasi perjalanan kerja dengan lama perjalanan paling singkat. Sementara itu, mobil dan lyn mendapat skor rata-rata responden secara berurutan adalah 5,8 dan 4,1. Artinya responden menganggap bahwa mobil merupakan alternatif moda transportasi perjalanan kerja dengan tingkat efisiensi waktu kategori sedang, sementara lyn memiliki tingkat efisiensi waktu kategori rendah hingga sedang. Jawaban responden mengenai penilaian terhadap efisiensi waktu masing-masing moda dapat dilihat dari tabel 9 dan dengan analisa metode AHP terhadap rata-rata skor penilaian faktor waktu terhadap masing-masing moda, diperoleh hasil bobot prioritas seperti pada tabel 10

**Tabel 9.** Rata-Rata Skor Penilaian Faktor Waktu Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Nilai Urut Kepentingan									Total	Rata – Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Mobil	0	0	1	2	41	52	24	0	0	120	5,8000
Sepeda Motor	0	0	0	0	0	10	97	13	0	120	7,0250
Lyn	0	2	35	37	36	10	0	0	0	120	4,1417

**Tabel 10.** Bobot Prioritas Faktor waktu Terhadap Masing-Masing Moda

Alternatif Moda	Sepeda Motor	Mobil	Lyn	Bobot Prioritas
Sepeda Motor	0,7285	0,7622	0,5930	69,46%
Mobil	0,1905	0,1993	0,3411	24,36%
Lyn	0,0809	0,0385	0,0659	6,18%
Jumlah				100%

### Ranking Prioritas Alternatif Moda Terhadap Seluruh Faktor

Dengan melakukan sintesa terhadap hasil perhitungan bobot prioritas masing-masing faktor dan perhitungan bobot prioritas masing-masing moda terhadap masing-masing faktor, maka akan didapat total nilai evaluasi bobot prioritas masing-masing alternatif moda, sebagai berikut :

**Tabel 11.** Total Nilai Evaluasi Bobot Masing-Masing Moda

Faktor	Bobot	Mobil	Sepeda Motor	Lyn
Aman	46,02%	0,7576	0,1739	0,0685
Nyaman	4,67%	0,6954	0,2427	0,0618
Biaya	41,41%	0,1149	0,8057	0,0794
Waktu	7,90%	0,2436	0,6946	0,0618
Total Nilai Evaluasi Bobot		0,4480	0,4799	0,0722

Dari perhitungan ranking prioritas alternatif moda terhadap seluruh elemen kriteria diperoleh urutan ranking prioritas moda transportasi perjalanan kerja sebagai berikut :

**Tabel 12.** Urutan Ranking Prioritas Alternatif Moda

Peringkat	Moda Transportasi
1	Sepeda Motor
2	Mobil
3	Lyn

### Pemodelan Pemilihan Moda Transportasi Perjalanan Kerja

Berdasarkan bobot prioritas pemilihan moda transportasi perjalanan kerja hasil analisa Metode AHP diperoleh pemodelan pemilihan moda transportasi perjalanan kerja sebagai berikut :

$$Y_{ML} = 0,7576 \text{ Aman} + 0,6954 \text{ Nyaman} + 0,1149 \text{ Biaya} + 0,2436 \text{ Waktu}$$

$$Y_{SM} = 0,1739 \text{ Aman} + 0,2427 \text{ Nyaman} + 0,8057 \text{ Biaya} + 0,6946 \text{ Waktu}$$

$$Y_{LN} = 0,0685 \text{ Aman} + 0,0618 \text{ Nyaman} + 0,0794 \text{ Biaya} + 0,0618 \text{ Waktu}$$

Dimana :

**Y<sub>i</sub>** = Prosentase dari alternatif moda i

**ML** = Mobil

**SM** = Sepeda Motor

**LN** = Lyn

Aman, Nyaman, Biaya, Waktu = Besarnya prosentase dari masing-masing faktor

### Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas dilakukan untuk melihat seberapa besar perubahan yang terjadi apabila parameter atau faktor-faktor yang dianggap mempengaruhi pemilihan moda transportasi perjalanan kerja diubah.

#### Analisa Sensitivitas Faktor Aman

Untuk pengurangan bobot prioritas sebesar -10% pada faktor aman menyebabkan peningkatan sebesar +0,87% faktor nyaman; +7,67% faktor biaya; dan +1,46% faktor waktu. Perubahan bobot pada tiap-tiap faktor yang mempengaruhi pemilihan moda menyebabkan penurunan pemilihan mobil menjadi 39,06% (- 5,74%), sementara pemilihan sepeda motor dan lyn akan naik masing-masing menjadi 53,65% (+5,67%) dan 7,29% (+0,07%). Hasil perhitungan analisa sensitivitas perubahan -10% bobot prioritas aman dapat dilihat dari tabel 13.

**Tabel 13.** Perubahan -10% Bobot Prioritas Faktor Aman Terhadap Pemilihan Alternatif Moda

	Saat Ini	-2,50%	-5,00%	-10,00%	Perubahan
Aman	46,02%	43,52%	41,02%	36,02%	-10%
<b>Kriteria</b>					
Nyaman	4,67%	4,89%	5,11%	5,54%	+0,87%
Biaya	41,41%	43,32%	45,24%	49,08%	+7,67%
Waktu	7,90%	8,27%	8,64%	9,37%	+1,46%
<b>Moda</b>					
Mobil	44,80%	43,36%	41,93%	39,06%	-5,74%
Sepeda Motor	47,99%	49,40%	50,82%	53,65%	+5,67%
Lyn	7,22%	7,24%	7,25%	7,29%	+0,07%

#### Analisa Sensitivitas Faktor Nyaman

Untuk peningkatan bobot prioritas sebesar +10% pada faktor nyaman menyebabkan pengurangan sebesar -4,83% faktor aman; -4,34% faktor biaya; dan - 0,83% faktor waktu. Perubahan bobot pada tiap-tiap faktor yang mempengaruhi pemilihan moda menyebabkan peningkatan pemilihan mobil menjadi 47,39% (+2,60%), sementara pemilihan sepeda motor dan lyn akan berkurang masing-masing menjadi 45,50% (-2,49%) dan 7,11% (-0,11%). Hasil perhitungan analisa sensitivitas perubahan +10% bobot prioritas nyaman dapat dilihat dari tabel 14.

**Tabel 14.** Perubahan +10% Bobot Prioritas Faktor Nyaman Terhadap Pemilihan Alternatif Moda

	Saat Ini	+2,50%	+5,00%	+10,00%	Perubahan
Nyaman	4,67%	7,17%	9,67%	14,67%	+10%
<b>Kriteria</b>					
Aman	46,02%	44,81%	43,60%	41,19%	-4,83%
Biaya	41,41%	40,32%	39,23%	37,06%	-4,34%
Waktu	7,90%	7,70%	7,49%	7,08%	-0,83%
<b>Moda</b>					
Mobil	44,80%	45,44%	46,09%	47,39%	+2,60%
Sepeda Motor	47,99%	47,36%	46,74%	45,50%	-2,49%
Lyn	7,22%	7,19%	7,16%	7,11%	-0,11%

Analisa Sensitivitas Faktor Biaya

Untuk pengurangan bobot sebesar -10% pada faktor biaya menyebabkan peningkatan sebesar +7,85% faktor aman; +0,80% faktor nyaman; dan +1,35% factor waktu. Perubahan bobot pada tiap-tiap faktor yang mempengaruhi pemilihan moda menyebabkan peningkatan pemilihan mobil menjadi 50,48% (+5,56%), sementara pemilihan sepeda motor dan lyn akan berkurang masing-masing menjadi 42,43% (-5,56%) dan 7,10% (-0,12%). Hasil perhitungan analisa sensitivitas perubahan -10% bobot prioritas biaya dapat dilihat dari tabel 15.

**Tabel 15.** Perubahan -10% Bobot Prioritas Faktor Biaya Terhadap Pemilihan Alternatif Moda

	Saat Ini	-2,50%	-5,00%	-10,00%	Perubahan
Biaya	41,41%	38,91%	36,41%	31,41%	-10%
<b>Kriteria</b>					
Aman	46,02%	47,98%	49,94%	53,87%	7,85%
Nyaman	4,67%	4,87%	5,07%	5,47%	0,80%
Waktu	7,90%	8,24%	8,58%	9,25%	1,35%
<b>Moda</b>					
Mobil	44,80%	46,22%	47,64%	50,48%	+5,68%
Sepeda Motor	47,99%	46,60%	45,21%	42,43%	-5,56%
Lyn	7,22%	7,19%	7,16%	7,10%	-0,12%

#### Analisa Sensitivitas Faktor Waktu

Untuk peningkatan bobot prioritas sebesar +10% pada faktor waktu menyebabkan pengurangan sebesar -5,00% faktor aman; -0,51% faktor nyaman; dan -4,50% faktor biaya. Perubahan bobot pada tiap-tiap faktor yang mempengaruhi pemilihan moda menyebabkan pengurangan pemilihan moda mobil dan lyn masing-masing sebesar 42,58% (-2,22%) dan 7,11% (-0,11%), sementara pemilihan sepeda motor meningkat pemilihannya menjadi 50,32% (+2,23%). Hasil perhitungan analisa sensitivitas perubahan +10% bobot prioritas waktu dapat dilihat dari tabel 16.

**Tabel 16.** Perubahan +10% Bobot Prioritas Faktor Waktu Terhadap Alternatif Pemilihan Moda

	Saat Ini	+2,50%	+5,00%	+10,00%	Perubahan
Waktu	7,90%	10,40%	12,90%	17,90%	+10%
<b>Kriteria</b>					
Aman	46,02%	44,77%	43,52%	41,02%	-5,00%
Nyaman	4,67%	4,55%	4,42%	4,17%	-0,51%
Biaya	41,41%	40,28%	39,16%	36,91%	-4,50%
<b>Moda</b>					
Mobil	44,80%	44,24%	43,69%	42,58%	-2,22%
Sepeda Motor	47,99%	48,57%	49,15%	50,32%	+2,33%
Lyn	7,22%	7,19%	7,16%	7,11%	-0,11%

#### Angkutan Umum Sebagai Alternatif Moda

Menurut Tamin (dalam Lubis, 2010) dalam perencanaan transportasi, angkutan umum memegang peran kunci dalam berbagai kebijakan transportasi. Tidak seorangpun dapat menyangkal bahwa moda angkutan umum menggunakan ruang jalan jauh lebih efisien daripada moda angkutan pribadi. Namun demikian, dilihat dari hasil analisa pemilihan

moda transportasi perjalanan kerja menggunakan metode AHP, menunjukkan bahwa bobot prioritas pemilihan angkutan umum dalam hal ini adalah lyn merupakan prioritas pemilihan terakhir yakni 7,22%. Bobot prioritas pemilihan lyn terpaut jauh jika dibanding prioritas pemilihan sepeda motor dan mobil yang masing-masing sebesar 47,99% dan 44,80%. Responden berpendapat bahwa lyn sebagai alternatif moda transportasi perjalanan kerja yang kurang aman, serta memiliki kenyamanan dan ketepatan waktu yang rendah, bahkan dari segi efisiensi biaya lyn dianggap memiliki tingkat efisiensi yang lebih rendah dibanding mobil yakni 7,94% berbanding 11,49%.

Dari hasil sensitivitas, diketahui bahwa pengurangan dan peningkatan bobot prioritas pada masing-masing kriteria tidak memberikan perubahan berarti dalam pemilihan lyn sebagai alternatif moda transportasi perjalanan kerja atau dengan kata lain lyn bersifat insensitif terhadap parameter-parameter yang dianggap berpengaruh dalam pemilihan moda transportasi perjalanan kerja.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa metode AHP disimpulkan pemodelan pemilihan moda perjalanan kerja sebagai berikut :

$$Y_{ML} = 0,7576 \text{ Aman} + 0,6954 \text{ Nyaman} + 0,1149 \text{ Biaya} + 0,2436 \text{ Waktu}$$

$$Y_{SM} = 0,1739 \text{ Aman} + 0,2427 \text{ Nyaman} + 0,8057 \text{ Biaya} + 0,6946 \text{ Waktu}$$

$$Y_{LN} = 0,0685 \text{ Aman} + 0,0618 \text{ Nyaman} + 0,0794 \text{ Biaya} + 0,0618 \text{ Waktu}$$

2. Dari hasil analisa sensitivitas disimpulkan :
  - a. Pengurangan 10% bobot aman : Pemilihan mobil berkurang menjadi 39,06%, sementara pemilihan sepeda motor dan lyn akan naik masing-masing menjadi 53,65% dan 7,29%.
  - b. Peningkatan 10% bobot nyaman : Pemilihan mobil meningkat menjadi 47,39%, sementara pemilihan sepeda motor dan lyn berkurang masing-masing menjadi 45,50% dan 7,11%.
  - c. Pengurangan 10% bobot biaya : Pemilihan mobil meningkat menjadi 50,48%, sementara pemilihan sepeda motor dan lyn akan berkurang masing-masing menjadi 42,43% dan 7,10%.
  - d. Peningkatan 10% bobot waktu : Pemilihan mobil dan lyn berkurang masing-masing menjadi 42,58% dan 7,11%, sementara sepeda motor meningkat pemilihannya menjadi 50,32%.
  - e. Lyn bersifat insensitif terhadap parameter-parameter yang dianggap berpengaruh dalam pemilihan moda transportasi perjalanan kerja.

### **Saran**

Upaya meningkatkan persepsi pelaku perjalanan terhadap pelayanan angkutan umum di Kabupaten Jember dapat dilakukan dengan beberapa tahap perencanaan sebagai berikut :

1. Perencanaan jangka pendek
  - a. Pemerintah Daerah Kabupaten Jember perlu mengoptimalkan peraturan/ kebijakan yang bertujuan memproteksi eksistensi angkutan umum, mengingat saat ini angkutan umum (lyn) sudah tidak kompetitif dibandingkan moda angkutan lainnya (sepeda motor dan mobil).
  - b. Melakukan pengkajian untuk dibuatnya kebijakan three in one.
2. Perencanaan jangka menengah, perlunya perbaikan secara menyeluruh terhadap pelayanan angkutan umum di Kabupaten Jember untuk meningkatkan daya saing dan persepsi angkutan umum.
3. Perencanaan jangka panjang, perlunya kerja sama diberbagai bidang dan stakeholder untuk mengedukasi masyarakat pentingnya keberadaan angkutan umum sebagai salah satu moda angkutan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adrisyanti, Y.O., 2012. *Analisa Bangkitan Perjalanan Metode Regresi Linier Berganda Pada Perumahan Bumi Este Muktisari dan Perumahan Taman Gading*. Tugas Akhir. Jember. Program Strata 1 Universitas Jember.
- bps.go.id. 2010. *Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat Per Kecamatan Kabupaten Jember*. <http://www.bps.go.id/hasilSP2010/jatim/3509.pdf> [10 Oktober 2011].
- Lubis, N. A., 2010. *Analisa Pemilihan Moda Transportasi Medan - Binjai Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)* [online]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20376/4/Chapter%20I.pdf> . [11 Juli 2011].
- Wardana, D.H., 2004. *Studi Kemacetan Lalu Lintas JL. Letjen Soeprapto*. Tugas Akhir. Jember. Program Diploma Universitas Jember.

## MODEL PEMILIHAN MODA OLEH PELAJAR UNTUK TUJUAN SEKOLAH

**Renni Anggraini**  
Dosen  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil  
Universitas Syiah Kuala  
Jl Tgk. Syech Abdur Rauf no.7  
Darussalam, Banda Aceh  
renni.anggraini@gmail.com

**Cut Mutiawati**  
Dosen  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil  
Universitas Syiah Kuala  
Jl Tgk. Syech Abdur Rauf no.7  
Darussalam, Banda Aceh

**M. Khair Jauhari**  
Mahasiswa  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil  
Universitas Syiah Kuala  
Jl Tgk. Syech Abdur Rauf no.7  
Darussalam, Banda Aceh

### Abstract

Due to improper public transport services in Banda Aceh City, most students tend to use motorcycle for daily activity, in particular to school. Those who use public transport are rarely found. As a result, it will contribute to traffic congestion. This study aimed to investigate mode choice model of students to school. The location takes place at Kecamatan Meuraxa, Banda Aceh City, limited to high school students that use motorcycle and public transport to school. Primary data was done by conducting home interview survey. The method used were binomial logit difference and ratio take into account travel time, cost and waiting time as the independent variables. The results showed 67% students used motorcycle to school, and those who have SIM C was about 59%. Both models showed, when the cost of both modes are equal, about 50-60% of students used motorcycle to school.

**Keywords:** mode choice, binomial logit difference method, school purpose, motorcycle, public transport

### Abstrak

Akibat masih belum memadainya pelayanan angkutan umum di kota Banda Aceh, para pelajar cenderung menggunakan sepeda motor untuk kegiatan sehari-hari, termasuk untuk tujuan sekolah. Pelajar yang menggunakan angkutan umum sangat minim dijumpai. Hal ini merupakan salah satu faktor penyebab timbulnya kemacetan di jalan raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pemilihan moda oleh pelajar untuk tujuan sekolah. Lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh dengan batasan penelitian pada pelajar tingkat SMA yang menggunakan sepeda motor dan angkutan umum. Pengumpulan data primer dilakukan dengan menggunakan kuesioner ke rumah tangga. Pemodelan menggunakan kedua metode logit binomial yaitu selisih dan nisbah, dengan menggunakan waktu tempuh, biaya perjalanan dan waktu menunggu sebagai variabel bebas. Dari kuesioner diperoleh bahwa 67% pelajar memilih sepeda motor, dengan jumlah pelajar pengguna sepeda motor yang memiliki SIM C sebesar 64%. Dari kedua model diperoleh, apabila biaya angkutan umum dan sepeda motor sama, maka sekitar 50-60% pelajar akan memilih sepeda motor.

**Kata Kunci:** pemilihan moda, model logit binomial, pelajar, tujuan sekolah, sepeda motor, angkutan umum

## PENDAHULUAN

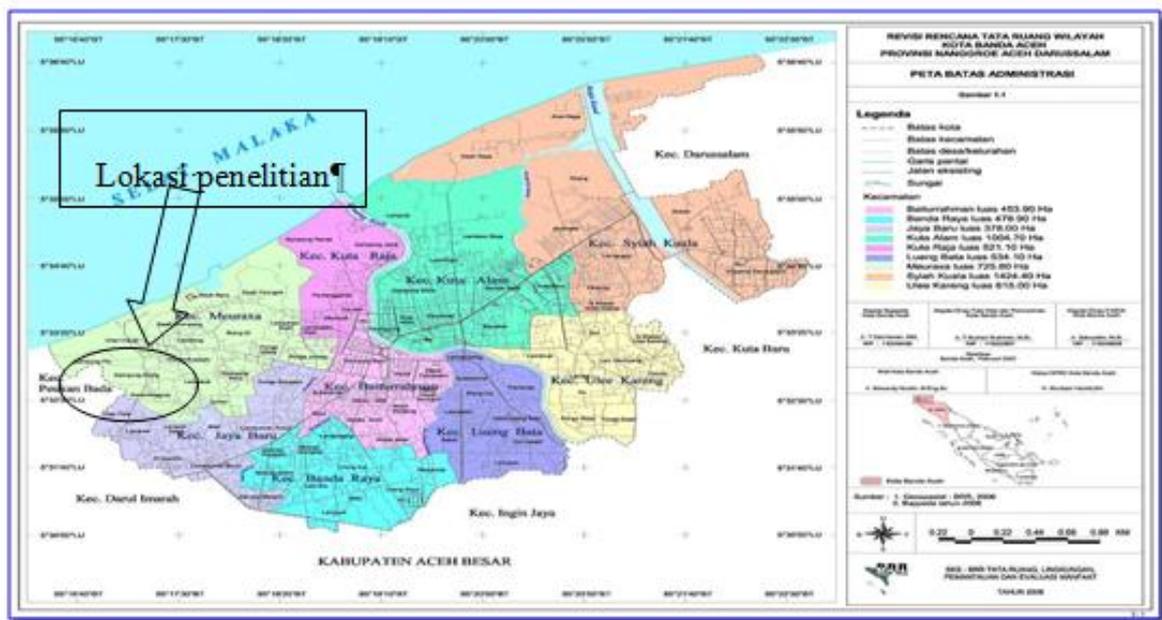
Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, setiap orang perlu melakukan perjalanan, seperti bekerja, sekolah, rekreasi, sosial, dan lain-lainnya. Di Indonesia, pelajar sekolah menengah atas (SMA/ sederajat), melakukan perjalanan baik dengan kendaraan umum maupun kendaraan pribadi. Sebagian dari mereka yang sudah memiliki SIM, kebanyakan menggunakan kendaraan pribadi, seperti sepeda motor. Begitu juga dengan pelajar di Kota Banda Aceh, kebanyakan pelajar menggunakan sepeda motor untuk memenuhi kebutuhan pergerakan mereka, seperti untuk tujuan ke sekolah. Walaupun demikian masih ada sebagian kecil pelajar yang masih menggunakan angkutan umum ke sekolah. Minimnya penggunaan angkutan umum oleh pelajar di Kota Banda Aceh terutama disebabkan oleh pelayanannya yang masih kurang memadai, terutama dari sisi reliabilitas, sehingga

angkutan umum masih belum dapat diandalkan, karena jadwalnya yang sering berubah-ubah. Selain itu juga aksesibilitas yang terbatas, yang belum mencakup daerah-daerah permukiman, menyebabkan pelajar masih enggan untuk menggunakan angkutan umum.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model pemilihan moda transportasi oleh pelajar tingkat menengah atas yang menggunakan kendaraan pribadi (sepeda motor) dan angkutan umum (labi-labi/angkot) di Kota Banda Aceh, terutama untuk kegiatan dengan tujuan sekolah. Penelitian ini menggunakan kuesioner dan wawancara ke rumah tangga (*home interview survey*). Metode yang digunakan untuk mendapatkan model pemilihan moda pada penelitian ini yaitu Model Logit-Binomial-Selisih dan Model Logit-Binomial-Nisbah yang kemudian diselesaikan dengan menggunakan metode analisis regresi linear.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di salah satu kecamatan (dari 9 kecamatan) yang ada di Kota Banda Aceh, yaitu Kecamatan Meuraxa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 1. Batasan penelitian ini yaitu hanya mencakup pada pelajar tingkat SMA yang menggunakan moda transportasi sepeda motor dan angkutan umum untuk perjalanan menuju ke sekolah. Pelajar di kecamatan ini cenderung menggunakan sepeda motor daripada angkutan umum karena minimnya jumlah angkutan umum yang beroperasi di daerah ini. Angkutan umum di sebagian kawasan ini tidak ada lagi yang beroperasi, dikarenakan permintaan yang sedikit. Faktor sosio-ekonomi keluarga juga berperan dalam hal ini, seperti penghasilan orang tua dan kepemilikan kendaraan.



Gambar 1. Peta Lokasi Kecamatan Meuraxa di Kota Banda Aceh

Data yang digunakan untuk penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dengan menyebarkan kuisisioner ke rumah tangga (*home interview survey*). Data kuisisioner tersebut berupa data keluarga, data individu, dan data pergerakan, seperti pendapatan keluarga, kepemilikan kendaraan, jumlah pelajar tingkat SMA dalam keluarga (orang), kepemilikan

(SIM), jarak tempuh menuju ke sekolah, moda yang digunakan, waktu tempuh dan lain-lain. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait, seperti data jumlah penduduk, jumlah pelajar SMA di Kecamatan Meuraxa dan peta lokasi penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model logit binomial selisih dan model logit binomial nisbah untuk melihat proporsi pelajar dalam memilih sepeda motor dan angkutan umum.

### Model Logit Binomial

Menurut Tamin (2008: 407), model logit binomial digunakan untuk memodelkan pemilihan moda yang terdiri dari dua alternatif moda saja. Ada dua model yang sering digunakan yaitu model logit binomial selisih dan model logit binomial nisbah, yang kemudian dapat diselesaikan dengan metode regresi linear. Pemilihan antara model logit binomial selisih dan model logit binomial nisbah sangat ditentukan oleh persepsi seseorang membandingkan biaya perjalanan dan waktu tempuh dalam memilih moda yang akan digunakan. Untuk lebih jelasnya model logit binomial selisih ditunjukkan dalam Persamaan (2.1), dan model logit binomial nisbah ditunjukkan dalam Persamaan (2.2).

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp -(\alpha + \beta(C_2 - C_1))} \quad (2.1)$$

$$P_1 = \frac{1}{1 + \alpha \left( \frac{C_1}{C_2} \right)^\beta} \quad (2.2)$$

dimana:

- $P_1$  = probabilitas moda 1;
- $C_1$  = nilai biaya gabungan moda 1;
- $C_2$  = nilai biaya gabungan moda 2.

Moda 1 yang dimaksud disini adalah sepeda motor, dan moda 2 adalah angkutan umum.

### Nilai Waktu

Menurut Tamin (2008: 288) nilai waktu adalah sejumlah uang yang disediakan seseorang untuk dikeluarkan (atau dihemat) untuk menghemat satu unit waktu perjalanan. Perhitungan nilai waktu menggunakan metode pendapatan dengan mempertimbangkan PDRB.

$$\lambda = \frac{PDRB/JP}{WKT} \quad (2.3)$$

dimana:

- $\lambda$  = nilai waktu (satuan uang/jam);
- PDRB = pendapatan domestik regional bruto (perkapita/Rp);
- JP = Jumlah penduduk (orang); dan
- WKT = waktu kerja tahunan (jam).

### Biaya Operasi Kendaraan (BOK) untuk Sepeda Motor

Menurut Risdiyanto (2009), untuk perhitungan biaya operasional kendaraan, jumlah biaya sebagai fungsi dari kuantitas keluaran biaya total dapat dibagi atas dua komponen yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap.

1. Biaya tetap (fixed cost)
  - a) Biaya pajak/STNK
  - b) Biaya asuransi
  - c) Biaya penyusutan kendaraan

2. Biaya tidak tetap (variable cost)

- a) Biaya BBM (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{harga BBM per liter (Rp/liter)}}{\text{Jarak tempuh per liter (km/liter)}} \quad (2.4)$$

- b) Biaya ban (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{harga ban (Rp/liter)}}{\text{Jarak tempuh (km/liter)}} \dots\dots\dots (2.5)$$

- c) Biaya oli (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{harga oli (Rp/liter)}}{\text{Jarak tempuh tiap liter (km/liter)}} \quad (2.6)$$

- d) Biaya servis (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{biaya servis (Rp)}}{\text{Jarak tempuh (km)}} \dots\dots\dots (2.7)$$

- e) Biaya suku cadang (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{biaya suku cadang (Rp)}}{\text{Jarak tempuh per bulan (km)}} \dots\dots (2.8)$$

- f) Biaya tak terduga (Rp/km)
 
$$= \frac{\text{biaya tak terduga (Rp)}}{\text{Jarak tempuh per bulan (km)}} \dots\dots (2.9)$$

3. Biaya total (total cost)
 
$$Tc = \text{biaya tetap} + \text{biaya tidak tetap} \quad (2.10)$$

**Metode Pengolahan Data**

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini hanya tiga variabel, yaitu:

1. Waktu tempuh (X1),
2. Biaya perjalanan (X2),
3. Waktu menunggu (X3).

**Jarak dan waktu tempuh**

Perhitungan waktu tempuh dilakukan dengan perbandingan antara jarak dan kecepatan. Jarak didapatkan dari penyebaran kuesioner. Untuk kecepatan dilakukan pengasumsian bagi sepeda motor 40 km/jam = 666,67 m/menit dan angkutan umum 35 km/jam = 583,33 m/menit, dimana keadaan lalu lintas pada ruas jalan diasumsikan tidak ada hambatan.

**BOK sepeda motor**

Perhitungan biaya operasi kendaraan (BOK) ditujukan untuk mengetahui biaya perjalanan (X<sub>2</sub>) dari sepeda motor. Perhitungan BOK sepeda motor dicari dengan menggunakan Persamaan 2.4 – 2.10.

**Nilai Waktu**

Perhitungan nilai waktu dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.3. Jam kerja diasumsikan sama bagi semua pekerja, maka didapat jam kerja selama sehari yaitu 8 jam dan jam kerja selama seminggu didapat 40 jam. Jumlah minggu selama setahun efektif

dianggap 50 minggu, maka jam kerja selama setahun didapat 2000 jam/tahun. Data PDRB didapat dari Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh tahun 2012 yaitu sebesar Rp. 3.441.153.970.000 dengan jumlah penduduk 238.784 jiwa. Maka nilai waktu ( $\lambda$ ) untuk kota Banda Aceh per tahun 2014 adalah Rp. 7.205,58/jam atau Rp. 120,09/menit.

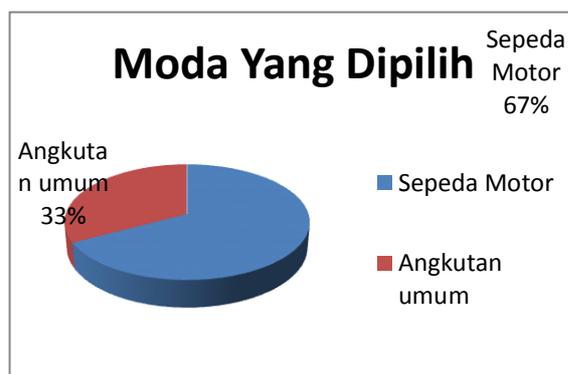
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

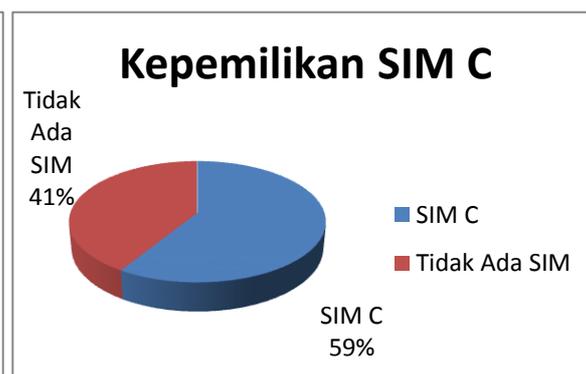
Hasil yang diperoleh dari pengamatan di lapangan selanjutnya di rekapitulasi dan didapat 137 sampel pelajar, dimana jumlah ini melebihi jumlah sampel yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu 100 pelajar. Data tersebut kemudian direkapitulasi, selanjutnya dapat diketahui beberapa karakteristik responden berikut ini.

### Moda yang digunakan pelajar untuk tujuan sekolah

Berdasarkan data hasil kuesioner diperoleh persentase pelajar tingkat SMA dalam memilih moda transportasi menuju ke sekolah yaitu sebesar 67% yang memilih sepeda motor dan 33% yang memilih angkutan umum, seperti yang tertera pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Persentase Pelajar berdasarkan moda yang digunakan untuk ke sekolah



Gambar 4.2 Persentase Kepemilikan SIM C

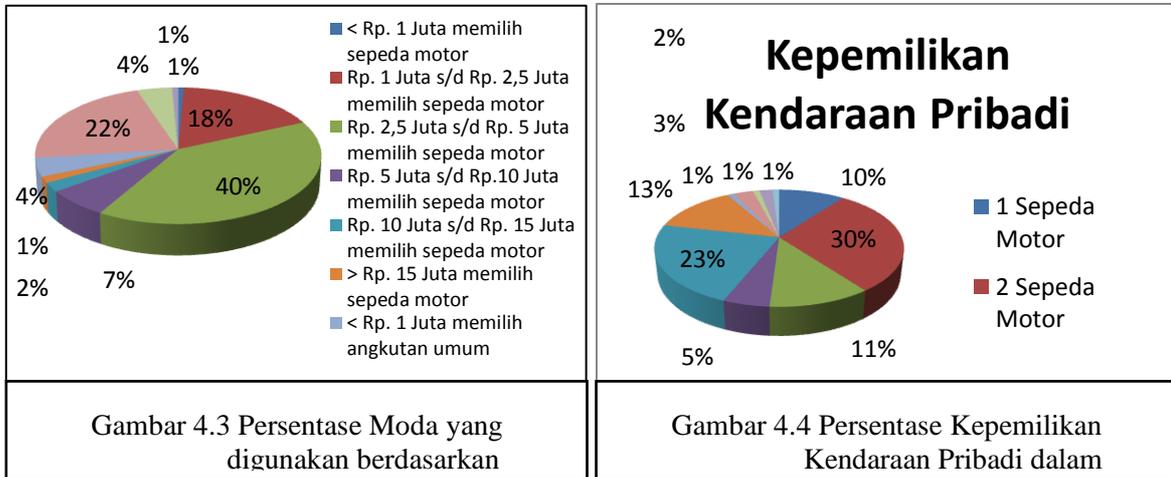
Berdasarkan Gambar 4.1, dari 67% pelajar SMA yang menggunakan sepeda motor (67%), hanya 59% pelajar yang telah memiliki SIM C, sedangkan 41% lainnya tidak memiliki SIM C, seperti yang disajikan pada Gambar 4.2. Dari hasil ini dapat terlihat bahwa pelajar tingkat SMA yang menggunakan sepeda motor masih banyak yang belum memiliki SIM C. Hal ini perlu menjadi perhatian bagi orang tua untuk mengawasi anaknya yang belum memiliki izin mengemudi dan melarang mereka mengemudi, karena bukan hanya akan berbahaya bagi diri mereka sendiri tapi juga bagi orang lain. Untuk instansi terkait yang mengeluarkan izin kepemilikan SIM juga disarankan untuk lebih memperketat peraturannya agar ketertiban berlalu lintas dapat tercapai.

### Penghasilan orang tua

Berdasarkan penghasilan orang tua, mayoritas pelajar SMA di Kecamatan Meuraxa yang orang tuanya berpenghasilan Rp. 2.500.000 – Rp. 5.000.000 memilih sepeda motor sebesar 40% dan pelajar yang orang tuanya berpenghasilan Rp. 1.000.000 – Rp. 2.500.000 memilih angkutan umum sebesar 22%. Data selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.

### Kepemilikan kendaraan pribadi

Dari hasil kuesioner diperoleh bahwa kepemilikan kendaraan pribadi dalam keluarga didominasi oleh rumah tangga yang memiliki 2 sepeda motor (30%), selanjutnya diikuti oleh rumah tangga yang memiliki 1 mobil dan 2 sepeda motor (22%). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



### Jarak dan Waktu Tempuh

Berdasarkan hasil survei kuesioner di lapangan didapat hasil jarak tempuh pelajar SMA dari asal menuju sekolah. Untuk kecepatan sepeda motor diasumsikan 40 km/jam = 666,67 m/menit dan angkutan umum 35 km/jam = 583,33 m/menit, dengan asumsi keadaan lalu lintas pada ruas jalan tidak ada hambatan.

### Biaya Gabungan

Setelah didapatkan nilai waktu, selanjutnya dapat di tentukan nilai biaya gabungan untuk mendapatkan nilai variabel biaya perjalanan ( $X_2$ ) dengan persamaan sebagai berikut:

#### Sepeda Motor:

$$C_{SM} = (120,09)X_1 + X_2$$

#### Angkutan Umum:

$$C_{AU} = (120,09)X_1 + X_2 + 240,19X_3$$

dimana:

$X_1$  = Waktu tempuh

$X_2$  = Biaya Perjalanan

$X_3$  = Waktu menunggu

Nilai waktu  $X_1$  = Rp. 120,09/menit

Nilai waktu  $X_3$  = 2 x Nilai waktu  $X_1$  = Rp. 240,19/menit

Waktu menunggu dianggap lebih menjemukan dibanding waktu tempuh, oleh karena itu nilai waktu menunggu diasumsikan dua kali dari nilai waktu tempuh.

Untuk biaya perjalanan angkutan umum bagi pelajar sekali perjalanan menuju ke sekolah, sesuai ketentuan tarif yang berlaku pada saat ini (tahun 2014) yaitu sebesar Rp. 3000 untuk jarak jauh-dekat dalam kota Banda Aceh. Untuk perhitungan BOK sepeda motor, diambil

perhitungan berdasarkan asumsi untuk sepeda motor yang sering digunakan oleh pelajar yaitu sepeda motor matic yang dijual di Banda Aceh yang rata-rata harganya sekitar Rp. 16 juta. Untuk lebih jelasnya perhitungan BOK sepeda motor dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Sepeda Motor

No.	Jenis Biaya	Uraian	Komponen
1	Biaya Pajak	Jarak tempuh per tahun (km)	12.000
		Biaya pajak (Rp)	300.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>25</b>
2	Biaya BBM	Jarak tempuh per liter (km)	35
		Harga bensin (Rp)	6.500
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>185,71</b>
3	Biaya Ban	Jarak tempuh (km)	50.000
		Harga ban (Rp)	200.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>4</b>
4	Biaya Oli	Jarak tempuh per liter (km)	2.000
		Biaya oli (Rp)	50.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>12,5</b>
5	Biaya Service	Jarak tempuh per service (km)	2.000
		Biaya service (Rp)	20.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>10,00</b>
6	Biaya Suku Cadang	Jarak tempuh per bulan (km)	1.000
		Biaya suku cadang (Rp)	50.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>50,00</b>
7	Biaya Rata-rata Tak Teduga	Jarak tempuh per bulan (km)	1.000
		Biaya per bulan (Rp)	100.000
		<b>Biaya per km (Rp/km)</b>	<b>100,00</b>
<b>Biaya Operasi Kendaraan (BOK) (Rp/km)</b>			<b>357,21</b>

Dari Tabel 4.1 terlihat bahwa BOK sepeda motor yang diperoleh adalah Rp. 357,21 per km. Untuk biaya penyusutan diambil asumsi bahwa harga sepeda motor baru akan turun sekitar Rp. 3-4 juta per tahunnya, maka asumsi biaya penyusutan sepeda motor adalah sebesar 20%. BOK sepeda motor dengan biaya penyusutan adalah sebesar Rp. 624 per km.

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan dengan kedua metode logit binomial selisih dan nisbah.

#### **Model Logit Binomial Selisih**

Untuk perhitungan model logit binomial selisih, Persamaan (2.2) ditransformasikan ke metode regresi linear (Tamin, 2008:408), dan diperoleh nilai  $\alpha = 0,102$  dan  $\beta = 0,00015$ .

Maka model logit binomial selisih yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$P_{SM} = 1/(1+EXP[0,102+(0,00015*(C_{AU}-C_{SM}))])$$

Dari model logit binomial selisih yang diperoleh dapat terlihat bahwa ketika biaya angkutan umum sama dengan biaya sepeda motor maka jumlah pelajar yang menggunakan sepeda motor adalah sebesar 53% sedangkan yang menggunakan angkutan umum sebesar 47%. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi pelajar dalam menggunakan

kedua moda cukup berimbang. Proporsi pelajar dalam menggunakan kedua moda akan seimbang (50%-50%), jika biaya sepeda motor lebih mahal Rp. 600 dari biaya angkutan umum. Jika biaya sepeda motor semakin meningkat, maka minat pelajar untuk menggunakan angkutan umum akan semakin meningkat. Hal ini perlu ditindaklanjuti oleh pemerintah, bahwa perlu ada subsidi bagi pelajar dalam menggunakan angkutan umum. Semakin murah biaya angkutan umum, maka proporsi pelajar dalam menggunakan angkutan umum akan semakin meningkat, sehingga akan mengurangi kecenderungan pelajar dalam menggunakan sepeda motor ke sekolah.

### **Model Logit Binomial Nisbah**

Untuk perhitungan model logit binomial nisbah, sama halnya dengan model logit binomial selisih, Persamaan (2.3) juga ditransformasikan ke metode regresi linear (Tamin, 2008:410), dan diperoleh nilai  $\alpha = 0,659$  dan  $\beta = 0,217$ .

Model logit binomial nisbah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$P_{SM} = 1/[1+(0,659*(C_{SM}/C_{AU})^{0,217})]$$

Dari model logit binomial nisbah yang diperoleh terlihat bahwa ketika biaya sepeda motor sama dengan biaya angkutan umum maka jumlah pelajar yang menggunakan sepeda motor adalah 60% sedangkan yang menggunakan angkutan umum sebesar 40%. Hasil ini tidak jauh berbeda seperti yang diperlihatkan oleh model logit binomial selisih, ketika biaya kedua moda adalah sama. Ketika proporsi pelajar dalam memilih kedua moda berimbang (50%-50%), akan diperoleh jika biaya sepeda motor 7 kali lebih mahal dari biaya angkutan umum. Artinya jika biaya angkutan umum Rp. 3.000 maka biaya sepeda motor Rp. 21.000. Hal ini akan tercapai jika BOK sepeda motor meningkat, terutama dari segi BBM, pajak, dan lain sebagainya. Sebaliknya biaya angkutan umum harus diturunkan, sehingga pelajar akan semakin banyak menggunakan angkutan umum ke sekolah.

## **KESIMPULAN**

Dari kedua model logit binomial yang digunakan diperoleh hasil bahwa sekitar 50-60% pelajar akan menggunakan sepeda motor jika biaya sepeda motor dan biaya angkutan umum sama. Hal ini sesuai dengan frekuensi pilihan moda oleh pelajar berdasarkan data kuesioner, yaitu sebesar 67% pelajar menggunakan sepeda motor ke sekolah. Berdasarkan analisa diperoleh jika BOK sepeda motor dinaikkan dari segi BBM, pajak, service, oli, dll, maka proporsi pelajar dalam menggunakan angkutan umum akan semakin meningkat. Hal ini tentunya harus diimbangi dengan penurunan biaya angkutan umum, dari Rp. 3.000 menjadi Rp. 1.000 – Rp. 2.000 per sekali jalan. Kalau bisa pemerintah kota juga memberikan subsidi kepada pemilik angkutan umum, agar biaya pelajar dalam menggunakan angkutan umum bisa semakin murah. Selain itu juga perlu pengawasan yang ketat dari orang tua untuk tidak membiarkan anaknya yang tidak memiliki SIM untuk mengemudikan kendaraannya, mengingat usia pelajar SMA dari kelas 1-3 yang bervariasi dari 15-19 tahun, sedangkan SIM C baru diberikan ketika seseorang berumur 17 tahun sesuai dengan UU tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UULAJ) No. 22 Tahun 2009 (dari penelitian ini diketahui ada sekitar 59% pelajar yang menggunakan sepeda motor ke sekolah yang belum memiliki SIM). Hal ini tentunya juga harus didukung oleh instansi terkait yang mengeluarkan SIM, untuk lebih memperketat lagi pengawasan dalam pemberian SIM hanya kepada mereka yang layak menerimanya, sesuai dengan UULAJ No. 22 tahun 2009, dimana pengemudi adalah orang yang mengemudikan kendaraan

bermotor di jalan yang telah memiliki Surat Izin Mengemudi (SIM). Jika ini diterapkan dengan baik, akan dapat tercapai kelancaran dan ketertiban berlalu lintas.

## **DAFTAR KEPUSTAKAAN**

- Anonim, 2012, Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan, Jakarta
- Anonim, 2009, UU tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Jakarta
- Ghozali, I., 2006, *Statistik Nonparametrik*, Badan Penerbit UNDIP, Semarang
- Munawar, A. 2005. *Dasar-Dasar Teknik Transportasi*, Penerbit Beta Offset, Jogjakarta
- Riduwan, 2005, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Risdiyanto, 2009, *Perbandingan Biaya Transportasi Pengguna Sepeda Motor dengan Biaya Penumpang Bus Trans Jogja*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Janabrada, Yogyakarta.
- Sugiyono, 2009, *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung
- Supangat A., 2007, *Statistika: Dalam Kajian Deskriptif, Inferensi, dan Nonparametrik*, Kencana, Jakarta.
- Tamin. O.Z., 2008, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung

## **KETERKAITAN KEBIASAAN MAHASISWA MENGUNAKAN MOBIL KE KAMPUS DENGAN KARAKTERISTIK DEMOGRAFI, EKONOMI, DAN PERJALANAN MAHASISWA KE KAMPUS**

**Rudy Setiawan**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil  
dan Perencanaan  
Universitas Kristen Petra  
Jl. Siwalankerto 121-131  
Surabaya  
Tlp. 031-2983392  
rudy@petra.ac.id

**Wimpy Santosa**  
Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94  
Bandung  
Tlp. 022-2033691  
wimpy.santosa@yahoo.com

**Ade Sjafruddin**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil  
dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10  
Bandung  
Tlp. 022-2534167  
ades@trans.si.itb.ac.id

### **Abstract**

The most common daily trip for university students is the commuting to campus. Though there are clear environmental, economic, and social drawback from using private vehicles for these trips, students still choose private vehicles to get to campus. This study discusses the correspondence between students' car use habit with a variety of demographic, economic, and trip characteristics. This research is expected to provide benefits in the design of campus transportation policies to reduce trips to the campus by car.

Results of the analysis indicate that there are associations between the habit of using a car to campus with students gender and city of residence. In addition, there is a significant relation between the students' car use habit with campus, years of study, the distance from residence, residence status, car ownership, frequency of trips to the campus per day, car accessibility, and car usage behavior in the previous semester.

**Key Words:** *students' car use, habit*

### **Abstrak**

Pola perjalanan yang rutin dilakukan oleh mahasiswa adalah dari tempat tinggal ke kampus dan sebaliknya. Meskipun dampak negatif penggunaan mobil untuk perjalanan ke kampus telah diketahui, namun mahasiswa tetap lebih memilih menggunakan mobil ke kampus. Penelitian ini membahas keterkaitan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan berbagai karakteristik demografi, ekonomi, dan perjalanan ke kampus. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perancangan kebijakan transportasi kampus untuk mengurangi perjalanan ke kampus dengan menggunakan mobil.

Hasil analisis mengindikasikan bahwa terdapat keterkaitan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan jenis kelamin dan kota tempat tinggal. Selain itu, terdapat keterkaitan yang signifikan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan kampus, tahun studi, jarak tempat tinggal, status tempat tinggal, kepemilikan mobil, frekuensi perjalanan ke kampus per hari, kemudahan akses terhadap mobil, dan perilaku penggunaan mobil pada semester sebelumnya.

**Kata kunci:** *mahasiswa pengguna mobil, kebiasaan*

## **PENDAHULUAN**

Seiring dengan meningkatnya jumlah civitas academica, tarikan perjalanan dari tempat tinggal menuju ke kampus akan meningkat, terutama pada hari dan jam perkuliahan, dengan mempergunakan berbagai pilihan moda transportasi. Selain itu seiring dengan meningkatnya status sosial ekonomi mahasiswa, semakin banyak mahasiswa yang menggunakan mobil ke kampus, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan di sekitar kampus.

Untuk mengatasi permasalahan transportasi kampus tersebut, banyak kampus beralih pada pendekatan baru untuk mencari solusi alternatif yang sejalan dengan prinsip transportasi berkelanjutan (*sustainable transportation*). Pada konteks kampus, pendekatan tersebut berupa penerapan berbagai strategi Manajemen Transportasi Kampus (*Campus Transport Management*, CTM), antara lain: (1) mengembangkan akses terhadap transportasi publik, (2) menyediakan fasilitas yang lebih baik bagi pejalan kaki dan pengguna sepeda, dan (3) memberikan insentif dan disinsentif bagi civitas academica untuk mengurangi penggunaan mobil ke kampus (Balsas, 2003; Toor dan Havlick, 2004; Miralles-Guasch dan Domene, 2010).

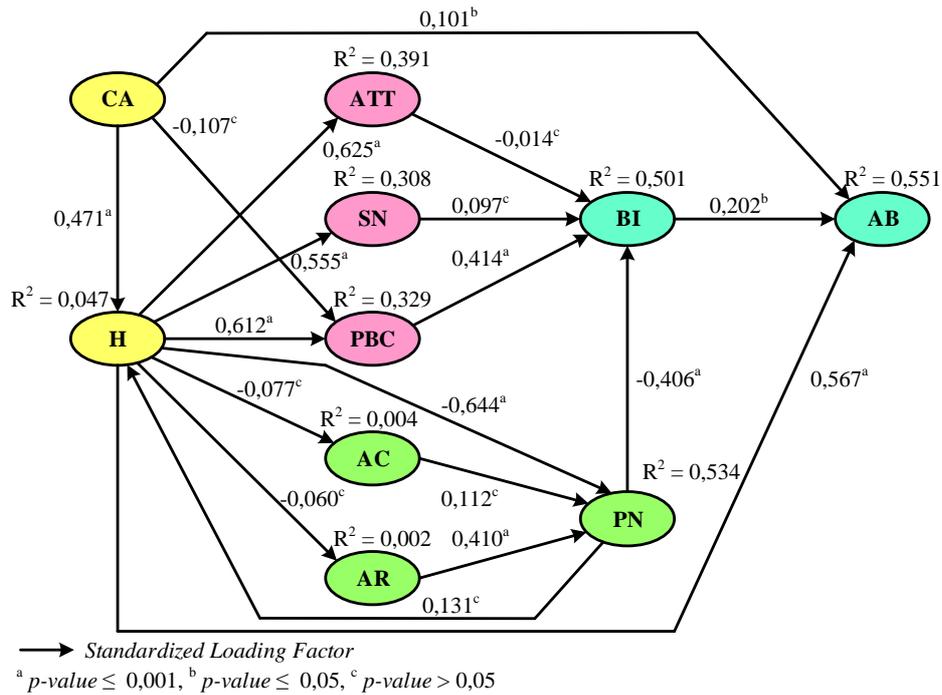
Namun sebelum menentukan strategi yang sesuai untuk mempengaruhi perilaku mahasiswa menggunakan mobil, perlu untuk mengetahui berbagai faktor psikologis yang mempengaruhi perilaku mahasiswa menggunakan mobil ke kampus. Informasi mengenai faktor psikologis yang paling mempengaruhi perilaku mahasiswa menggunakan mobil, merupakan masukan yang sangat bermanfaat dalam merancang berbagai kebijakan transportasi kampus, yang diharapkan dapat secara efektif dan efisien mempengaruhi perilaku mahasiswa untuk mengurangi penggunaan mobil ke kampus.

Berdasarkan analisis model perilaku yang menggabungkan antara *Theory of Planned Behavior* (TPB), *Norm Activation Model* (NAM), konstruk kebiasaan menggunakan mobil ke kampus (H), dan akses terhadap mobil (CA), diketahui bahwa kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus merupakan faktor psikologis yang paling mempengaruhi faktor yang lain dalam model perilaku (Setiawan, 2014). Gambar 1 memperlihatkan model struktural TPB+NAM+H+CA.

Selanjutnya kebiasaan mempengaruhi empat faktor psikologis berkaitan dengan penggunaan mobil ke kampus, yaitu: (1) sikap (ATT), (2) dukungan dan tekanan sosial (SN) dari pihak yang dianggap penting oleh mahasiswa (*referent*), (3) persepsi terhadap kemudahan mewujudkan perilaku (PBC), dan (4) norma pribadi (PN). Selain dipengaruhi oleh kebiasaan, PN juga dipengaruhi oleh pembebanan tanggung jawab (AR).

Keempat faktor psikologis tersebut (ATT, SN, PBC, dan PN) selanjutnya mempengaruhi intensi perilaku (*behavioural intention*) mereka menggunakan mobil ke kampus. Selanjutnya intensi perilaku bersama dengan kebiasaan dan akses terhadap mobil mempengaruhi perilaku aktual mereka menggunakan mobil ke kampus. Dengan demikian perlu diketahui keterkaitan kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan karakteristik demografi, ekonomi, dan perjalanan ke kampus.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keterkaitan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan berbagai variabel karakteristik demografi, ekonomi, dan perjalanan ke kampus. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perancangan kebijakan transportasi kampus untuk mengurangi perjalanan ke kampus dengan menggunakan mobil.



Gambar 1 Model Struktural TPB+NAM+H+CA (Setiawan, 2014)

## KAJIAN PUSTAKA

Menurut Verplanken et al. (1994) kebiasaan (*habit*) adalah perilaku yang relatif stabil, yang diperkuat oleh perilaku sebelumnya (*past behavior*), dan yang dilakukan tanpa didahului oleh pertimbangan yang seksama, sehingga merupakan hasil proses otomatis. Ouellette dan Wood (1998) menyatakan bahwa intensi perilaku merupakan penduga yang kuat perilaku selanjutnya (*future behavior*) jika perilaku tersebut hanya dilakukan sesekali. Sementara itu, perilaku sebelumnya merupakan penduga terkuat perilaku selanjutnya jika perilaku tersebut dilakukan berulang kali.

Triandis (1980) menyatakan bahwa pengambilan keputusan didasari oleh intensi perilaku dan kebiasaan, jika suatu perilaku sering berhasil dilakukan pada keadaan yang stabil, peran kebiasaan sebagai penduga perilaku semakin penting, sedangkan peran intensi perilaku dan proses pengambilan keputusan secara seksama menjadi kurang penting. Dengan demikian kebiasaan yang kuat dapat membantu menjelaskan perilaku dengan lebih akurat dibandingkan dengan intensi perilaku (Domarchi et al., 2008).

Perjalanan seringkali merupakan suatu kebiasaan, sehingga aktivasi tujuan perjalanan secara otomatis akan mengaktifkan pilihan moda perjalanan yang ada dalam ingatan individu (Aarts dan Dijksterhuis, 2000). Domarchi et al. (2008) menyatakan bahwa kebiasaan menggunakan mobil secara positif berkorelasi dengan sikap dan emosi yang positif terhadap penggunaan mobil, serta tingginya frekuensi penggunaan mobil di masa lalu. Jika individu menganggap bahwa penggunaan mobil memberikan manfaat positif, kebiasaan individu untuk menggunakan mobil akan difasilitasi oleh frekuensi penggunaan mobil dalam konteks situasional yang stabil (Louise Eriksson et al., 2008). Dengan demikian individu yang memiliki kebiasaan yang kuat untuk menggunakan mobil, tidak melakukan pembentukan intensi perilaku sebelum memilih menggunakan mobil.

Pemilihan moda transportasi untuk perjalanan ke kampus merupakan salah satu contoh perilaku perjalanan rutin, karena mahasiswa umumnya melakukan perjalanan ke kampus pada kisaran waktu yang relatif sama setiap hari, dengan intensi yang sama (mengikuti kegiatan perkuliahan), dan melewati rute yang sama (Klößner dan Matthies, 2009). Menurut Klößner et al. (2003) kebiasaan merupakan salah satu penduga terpenting untuk perilaku perjalanan rutin. Dengan demikian faktor kebiasaan sangat penting dalam menjelaskan perilaku mahasiswa menggunakan mobil ke kampus.

Menurut Verplanken et al. (1998), kinerja konstruk TPB untuk menjelaskan intensi perilaku akan meningkat jika kebiasaan penggunaan moda transportasi dimasukkan sebagai variabel tambahan untuk menjelaskan pemilihan moda transportasi. Sementara itu, Klößner et al. (2003) menyatakan bahwa menambahkan konstruk kebiasaan dalam NAM secara signifikan akan meningkatkan varians perilaku penggunaan mobil yang dapat dijelaskan.

Namun kuatnya kebiasaan untuk memilih menggunakan mobil akan mencegah proses aktivasi norma, sehingga norma-norma hanya dapat menjadi penduga bagi perilaku jika tidak terdapat pengaruh yang kuat dari kebiasaan. Selain itu Klößner dan Matthies (2012) menyatakan bahwa menambahkan konstruk kebiasaan dalam model perilaku seperti TPB atau NAM, dapat meningkatkan varians intensi perilaku yang dapat dijelaskan dan efek moderasi kebiasaan terhadap proses pengambilan keputusan secara seksama (misalnya intensi perilaku, dan norma pribadi) terhadap perilaku.

Kebiasaan pada prinsipnya tidak mudah untuk diubah (Verplanken dan Aarts, 1999), sehingga individu dengan kebiasaan yang kuat untuk menggunakan kendaraan pribadi akan mengalami kesulitan untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Karena kebiasaan yang kuat untuk menggunakan moda transportasi tertentu menyebabkan kurangnya upaya untuk mencari informasi dan mengelaborasi pilihan moda transportasi yang lain (Verplanken et al., 1994).

Secara umum terdapat tiga pendekatan untuk mengukur kebiasaan. Pendekatan yang pertama adalah melalui laporan frekuensi perilaku sebelumnya (*self-reported frequency of past behaviour*). Pendekatan ini dilakukan dengan cara menanyakan kepada responden, misalnya “Seberapa sering Anda menggunakan mobil untuk melakukan perjalanan ke kampus” atau “Seberapa sering Anda menggunakan mobil untuk perjalanan ke kampus semester yang lalu?”, dengan pilihan jawaban misalnya skala 1 adalah tidak pernah hingga 5 adalah selalu (Verplanken et al., 1998; Bamberg et al., 2003).

Pendekatan yang kedua adalah melalui pengukuran kebiasaan berdasarkan beberapa skenario kondisi tertentu (*script-based habit measure*). Pendekatan ini dilakukan dengan cara menanyakan kepada responden moda transportasi yang pertama kali terlintas dalam pikiran mereka terhadap sejumlah skenario perjalanan, misalnya “Mengunjungi teman” atau “Pergi ke rumah sakit”, dengan pilihan jawaban adalah berbagai pilihan moda transportasi, misalnya mobil, bus, dan taksi (Verplanken et al., 1998; Bamberg dan Schmidt, 2003; Taniguchi dan Fujii, 2007; Klößner dan Matthies, 2009).

Sementara itu, pendekatan yang ketiga untuk mengukur kebiasaan adalah melalui laporan indeks kebiasaan (*self-report habit index, SRHI*). Pendekatan ini dilakukan dengan cara menanyakan kepada responden pendapat mereka terhadap setiap pernyataan berkaitan dengan penggunaan moda transportasi tertentu, misalnya “Menggunakan mobil ke kampus ada hal yang sering Anda lakukan”, “Menggunakan mobil ke kampus ada hal yang Anda lakukan tanpa banyak pertimbangan”, dan “Menggunakan mobil ke kampus adalah hal yang telah Anda lakukan sejak lama” dengan pilihan jawaban yang sama untuk setiap

pernyataan tersebut misalnya skala 1 adalah sangat tidak setuju hingga 5 adalah sangat setuju (Verplanken dan Orbell, 2003; Gardner, 2009).

Penelitian ini menggunakan pendekatan SRHI untuk mengukur kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus. Tabel 1 memperlihatkan daftar pertanyaan berkaitan dengan kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus.

**Tabel 1** Pertanyaan Berkaitan dengan Kebiasaan Mahasiswa

Menggunakan Mobil ke Kampus

Kode Indikator	Pertanyaan
	Menggunakan mobil ke kampus, adalah hal yang ...
H1	... sering Anda lakukan
H2	... jika tidak Anda lakukan, akan membuat Anda merasa ada yang berbeda
H3	... Anda lakukan tanpa banyak pertimbangan
H4	... menjadi bagian dari keseharian/rutinitas Anda
H5	... sulit untuk tidak Anda lakukan
H6	... sesuai dengan keinginan Anda
H7	... telah Anda lakukan sejak lama
	(pilihan jawaban: 1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = netral, 4 = setuju, 5 = sangat setuju)

## METODOLOGI

Data diperoleh dengan cara mewawancarai mahasiswa yang rutin menggunakan mobil ke kampus. Responden penelitian ini adalah mahasiswa Universitas Surabaya (UBAYA), Universitas Kristen Petra (UKP), dan Universitas Katolik Widya Mandala (UKWM). Setelah dilakukan pemeriksaan terdapat 380 kuesioner yang seluruh butir pertanyaannya terisi secara lengkap.

Selanjutnya dilakukan penyaringan data untuk memeriksa keberadaan pencilan (*outlier*) dalam data yang akan dianalisis. Pada penelitian ini dilakukan dua tahap penyaringan data, yaitu *univariate outlier* dan *multivariate outlier* (Schwab, 2012). Jumlah data setelah uji *univariate outlier* dan *multivariate outlier* adalah 312 data.

Selain itu juga dilakukan uji reliabilitas dan validitas (Tabel 2) terhadap 312 data dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Syarat reliabilitas pengukuran adalah nilai *Cronbach's  $\alpha$*  > 0,60 (Nunnally, 1967) dan syarat validitas pengukuran adalah nilai *corrected item-total correlation* (*r* hitung) > *r* tabel (Sarjono dan Julianita, 2011).

**Tabel 2** Hasil Uji Reliabilitas Konstruk, dan Validitas Indikator Konstruk

Kode Indikator	Nilai Rata-rata Respons	Deviasi Standar Respons	<i>Cronbach's <math>\alpha</math></i>	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Keterangan
			0,906		reliabel
H1	3,77	1,04		0,731	valid
H2	3,00	0,96		0,684	valid
H3	3,42	0,91		0,743	valid
H4	3,52	0,99		0,797	valid

Kode Indikator	Nilai Rata-rata Respons	Deviasi Standar Respons	Cronbach's $\alpha$	Corrected Item-Total Correlation	Keterangan
H5	3,11	1,02		0,755	valid
H6	3,53	0,79		0,643	valid
H7	3,60	0,96		0,695	valid

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Uji independensi dilakukan terhadap kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan variabel jenis kelamin, kota tempat tinggal, dan pernah/tidak pernah berkendara bersama ke kampus, karena variabel tersebut hanya terdiri atas dua kategori (Tabel 3). Analisis korespondensi dilakukan terhadap kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan variabel yang lain (Tabel 4.)

**Tabel 3** Rangkuman Hasil Uji Independensi Terhadap

Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus			
Variabel Responden	Chi Square	df	p-value
Jenis kelamin	9,477	4	0,05
Kota tempat tinggal	18,259	4	0,01
Berkendara bersama	4,946	4	0,29

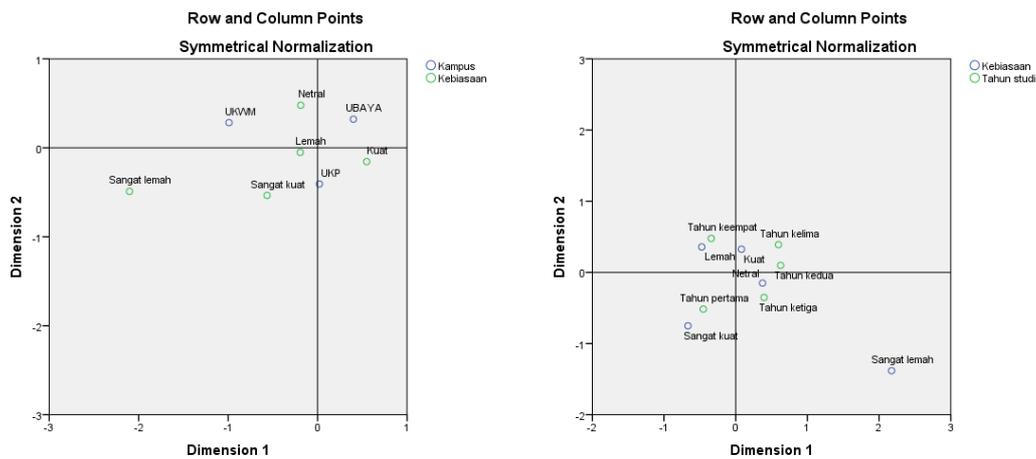
Kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus memiliki keterkaitan dengan jenis kelamin dan kota tempat tinggal. Sedangkan pernah atau tidak pernahnya berkendara bersama ke kampus tidak memiliki keterkaitan dengan kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pihak kampus tidak perlu ragu untuk mencoba menerapkan program berkendara bersama dengan memberikan insentif maupun disinsentif, karena tidak ada kaitannya dengan tingkat kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus pada saat ini.

Berdasarkan rangkuman hasil analisis korespondensi pada Tabel 4, selanjutnya dilakukan pemetaan keterkaitan yang signifikan ( $p\text{-value} \leq 0,05$ ) antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan berbagai variabel sebagaimana terlihat pada Gambar 2 hingga Gambar 5. Terdapat perbedaan kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus, kebiasaan mahasiswa UBAYA dan UKP relatif lebih tinggi dibandingkan mahasiswa UKWM. Kebiasaan mahasiswa tahun pertama menggunakan mobil ke kampus cenderung lebih tinggi dibandingkan mahasiswa tahun kedua dan seterusnya (Gambar 2).

**Tabel 4** Rangkuman Hasil Analisis Korespondensi Terhadap

Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus			
Variabel Responden	Chi Square	df	p-value
Kampus	21,565	8	0,006
Tahun studi	29,935	16	0,018
Jarak tempat tinggal	51,082	20	0,000
Kategori tempat tinggal	19,100	8	0,014
Kepemilikan mobil	54,006	16	0,000
Ketersediaan mobil untuk digunakan ke kampus	14,667	16	0,549

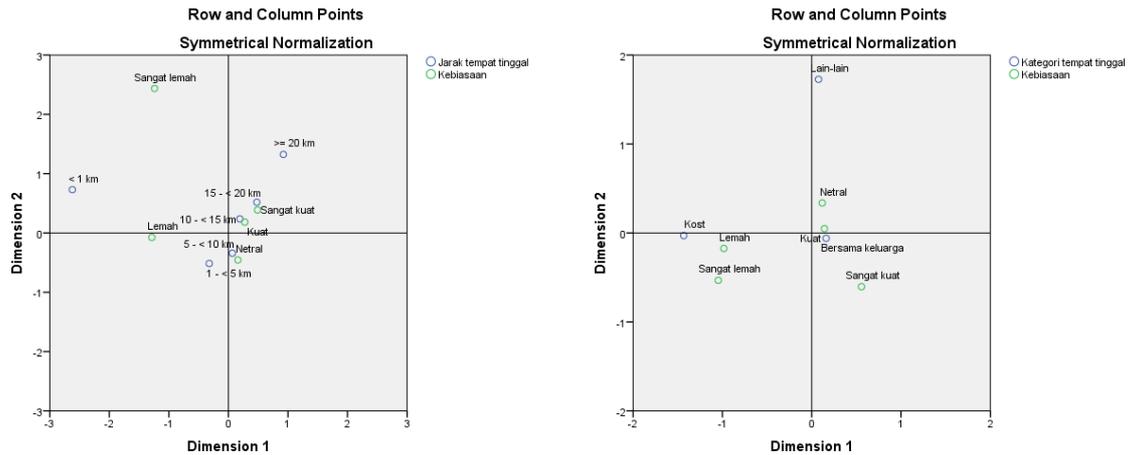
Variabel Responden	Chi Square	df	p-value
Uang saku	7,834	12	0,798
Pengeluaran	7,500	12	0,823
Biaya transportasi ke kampus	14,996	12	0,242
Frekuensi perjalanan ke kampus per minggu	23,641	24	0,482
Frekuensi perjalanan ke kampus per hari	29,120	12	0,004
Jumlah penumpang per mobil	11,147	8	0,194
Kemudahan akses untuk menggunakan mobil	81,071	16	0,000
Penggunaan mobil pada semester sebelumnya	169,296	16	0,000



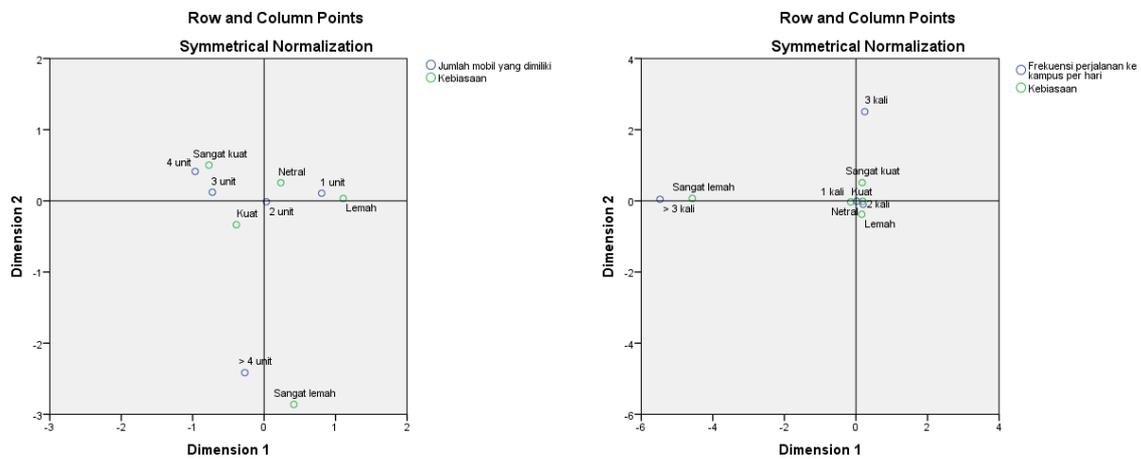
**Gambar 2** Keterkaitan Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus dengan Kampus dan Tahun Studi

Mahasiswa yang tinggal sejauh 10 km atau lebih dari kampus, cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus yang lebih kuat dibandingkan mereka yang tinggal sejauh 5 km hingga 10 km dengan kampus. Selain itu, mahasiswa yang tinggal bersama keluarga cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus yang lebih kuat dibandingkan mereka yang tinggal di tempat kost (Gambar 3).

Mahasiswa yang memiliki mobil 2 unit hingga 4 unit cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus yang lebih kuat dibandingkan mereka yang memiliki 1 unit dan lebih dari 4 unit mobil. Secara umum mahasiswa yang melakukan perjalanan ke kampus 1 kali hingga 2 kali per hari cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus yang lebih kuat dibandingkan mereka yang lebih sering ( $\geq 3$  kali per hari) ke kampus (Gambar 4).

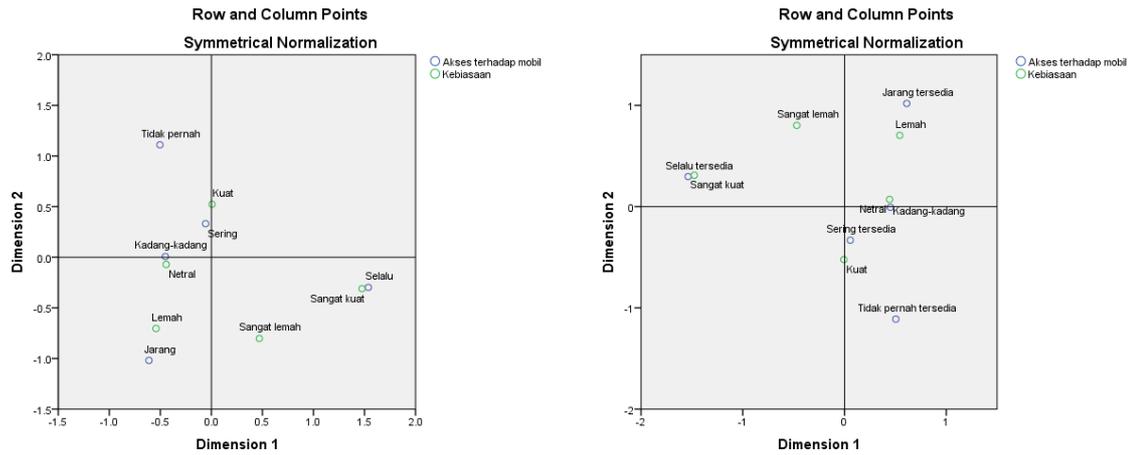


**Gambar 3** Keterkaitan Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus dengan Jarak dan Kategori Tempat Tinggal



**Gambar 4** Keterkaitan Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus dengan Kepemilikan dan Frekuensi Perjalanan per Hari

Mahasiswa yang memiliki kemudahan akses terhadap mobil saat dibutuhkan untuk digunakan ke kampus cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus lebih tinggi dibandingkan mereka yang tidak selalu bisa menggunakan mobil ke kampus. Mahasiswa yang selalu menggunakan mobil ke kampus pada semester sebelumnya cenderung memiliki kebiasaan menggunakan mobil ke kampus lebih tinggi dibandingkan mereka yang jarang dan kadang-kadang menggunakan mobil ke kampus pada semester sebelumnya (Gambar 5).



**Gambar 5** Keterkaitan Kebiasaan Mahasiswa Menggunakan Mobil ke Kampus dengan Kemudahan Akses untuk Menggunakan Mobil dan Penggunaan Mobil pada Semester Sebelumnya

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa terdapat keterkaitan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan jenis kelamin dan kota tempat tinggal. Selain itu, terdapat keterkaitan yang signifikan antara kebiasaan mahasiswa menggunakan mobil ke kampus dengan kampus, tahun studi, jarak tempat tinggal, status tempat tinggal, kepemilikan mobil, frekuensi perjalanan ke kampus per hari, kemudahan akses terhadap mobil, dan perilaku penggunaan mobil pada semester sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aarts, H., dan Dijksterhuis, A. 2000. "The Automatic Activation of Goal-directed Behaviour: the Case of Travel Habit". *Journal of Environmental Psychology*. 20(1). 75–82
- Balsas, C. J. 2003. "Sustainable Transportation Planning on College Campuses". *Transport Policy*. 10(1). 35–49
- Bamberg, S., dan Schmidt, P. 2003. "Incentives, Morality, or Habit?: Predicting Students' Car Use for University Routes with the Models of Ajzen, Schwartz, and Triandis". *Environment dan Behavior*. 35(2). 264–285
- Bamberg, S., Ajzen, I., dan Schmidt, P. 2003. "Choice of Travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The Roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action". *Basic and Applied Social Psychology*. 25(3). 175–187
- Domarchi, C., Tudela, A., dan González, A. 2008. "Effect of Attitudes, Habit and Affective Appraisal on Mode Choice: An Application to University Workers". *Transportation*. 35(5). 585–599
- Gardner, B. 2009. "Modelling Motivation and Habit in Stable Travel Mode Contexts". *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 12(1). 68–76
- Klößner, C. A., dan Matthies, E. 2009. "Structural Modeling of Car Use on the Way to the University in Different Settings: Interplay of Norms, Habits, Situational

- Restraints, and Perceived Behavioral Control”. *Journal of Applied Social Psychology*. 39(8). 1807–1834
- Klößner, C. A., dan Matthies, E. 2012. “Two Pieces of the Same Puzzle? Script-Based Car Choice Habits between the Influence of Socialization and Past Behavior”. *Journal of Applied Social Psychology*. 42(4). 793–821
- Klößner, Matthies, E., dan Hunecke, M. 2003. “Problems of Operationalizing Habits and Integrating Habits in Normative Decision-Making Models”. *Journal of Applied Social Psychology*. 33(2). 396–417
- Louise, E., Garvill, J., dan Nordlund, A. M. 2008. “Interrupting habitual car use: The importance of car habit strength and moral motivation for personal car use reduction”. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 11(1). 10–23
- Miralles-Guasch, C., dan Domene, E. 2010. “Sustainable Transport Challenges in a Suburban University: The Case of the Autonomous University of Barcelona”. *Transport Policy*. 17(6). 454–463
- Nunnally, J. C. 1967. *Psychometric Theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Ouellette, J. a., dan Wood, W. 1998. “Habit and Intention in Everyday Life: The Multiple Processes by Which Past Behavior Predicts Future Behavior”. *Psychological Bulletin*, 124(1). 54–74
- Sarjono, H., dan Julianita, W. 2011. *SPSS vs LISREL*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Schwab, A. J., 2012. *Detecting Outliers*, [http://www.utexas.edu/courses/schwab/sw388r7\\_spring\\_2005/SolvingProblems/DetectingOutliers\\_spring2005.ppt](http://www.utexas.edu/courses/schwab/sw388r7_spring_2005/SolvingProblems/DetectingOutliers_spring2005.ppt)
- Setiawan, R. 2014. “Model Perilaku Mahasiswa Pengguna Mobil ke Kampus”. Disertasi Program Doktor Ilmu Teknik Sipil. Program Pascasarjana. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung
- Taniguchi, A., dan Fujii, S. 2007. “A Process Model of Voluntary Travel Behavior Modification and Effects of Travel Feedback Programs”. (Online). [http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/dspace/bitstream/2241/98418/3/v2010\\_pp47-54.pdf](http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/dspace/bitstream/2241/98418/3/v2010_pp47-54.pdf)
- Toor, W., dan Havlick, S. W. 2004. *Transportation dan Sustainable Campus Communities: Issues, Examples, Solutions*. Island Press. Washington, DC.
- Triandis, H. C. 1980. Values, attitudes, and interpersonal behavior. In H. H. Howe b M.M. Page (Eds.). *Nebraska Symposium on Motivation*. 27. 197–259. University of Nebraska Press, Lincoln, NE
- Verplanken, B., dan Aarts, H. 1999. “Habit, Attitude, and Planned Behaviour: Is Habit an Empty Construct or an Interesting Case of Goal-directed Automaticity?”. *European Review of Social Psychology*. 10(1). 101–134
- Verplanken, B., dan Orbell, S. 2003. “Reflections on Past Behavior: A Self-Report Index of Habit Strength”. *Journal of Applied Social Psychology*. 33 (6). 1313–1330
- Verplanken, B., Aarts, H., Knippenberg, A., dan Knippenberg, C. 1994. “Attitude Versus General Habit: Antecedents of Travel Mode Choice”. *Journal of Applied Social Psychology*. 24(4). 285–300
- Verplanken, B., Aarts, H., Knippenberg, A., dan Moonen, A. 1998. “Habit versus Planned Behaviour: a Field Experiment”. *British Journal of Social Psychology*. 37(1). 111–128

## IMPLEMENTING MODELLING TRANSPORTATION DUE TO LAMPUNG'S ECONOMIC MASTER PLAN

**Rahayu Sulistyorini**

Lecturer on Civil Engineering Department

University of Lampung

Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1,

Bandar Lampung

Telp: (021) 704947

[sulistyorini\\_smd@yahoo.co.uk](mailto:sulistyorini_smd@yahoo.co.uk)

### Abstract

Rapid economic growth in Lampung needs support from adequate transport facility and development of the infrastructure project is a solution. This research aims to model the travel pattern based on potential economic due to the Sunda Strait bridge development plan to support KSN Sunda Strait and Economic Corridors in Lampung. Road network modeling formed for assignment stage, being utilized to predict road traffic in the future. Assignmet process using SATURN as transportation software. The scenario is a road performance analysis after 10 (ten) years using traffic growth and several assumption such as Bakauheni – Babatan – Tegineneng toll road, have functioned and can be used; Sunda Strait Bridge constructed and can be used. The bridge project would help boost the growth of strategic economic area. In order to boost economic development in Sumatera and especially Lampung, the government already has program to build toll roads. Various constraints, such as the preparation of project implementation, land as well as financing, have become barriers that make it difficult for those projects to commence in the planned.

**Keywords:** *Modelling Transpotation, Potential Economic, Infrastructure Development*

## INTRODUCTION

Lampung Province has a strategic position because the area lies on the edge of the southern part of Sumatera Island, which is the gateway to the island of Sumatera from Jawa Island. Lampung Provinsi has become the main traffic link of Sumatera and Java and vice versa. Administratively, Lampung province is divided into 8 districts and 2 cities with the province capital is Bandar Lampung. Lampung Province has the potential of natural resources is very diverse, prospective, and reliable, ranging from agriculture, plantation, fishery, animal husbandry, mining, tourism, to forestry. (BPS, 2013)

Estate commodities are mainstay product for Indonesia export, but most of it was being export as fresh product. These facts showed that industrialization in estate crops product has not been maximized yet. Road infrastructure has important role as promoting sector for industrialization. The ability to transport good and services between two origin destination in Sumatera, or between two islands or others, known as connectivity has key point. The connectivity between potential area to the market is key point to distribute basic commodities and other products outside the island and other part in Indonesia or international area.

Poor infrastructure conditions are the main factor preventing Lampung's economy from growing at its potential rate. Lampung's ratio of road distance to square kilometre of area

is one of the lowest in Indonesia, indicating that the road system is inadequate to cover the province's area. Here is a mismatch between the distribution of roads and the concentration of economic activity. However, road development in the city has been much slower than growth in the number of cars and motorcycles. The government aims to expedite infrastructure development to promote broader economic development. These are expected

to cut intra-city transport time, cutting average transport costs, allowing the smooth distribution of goods, and facilitating economic activity.

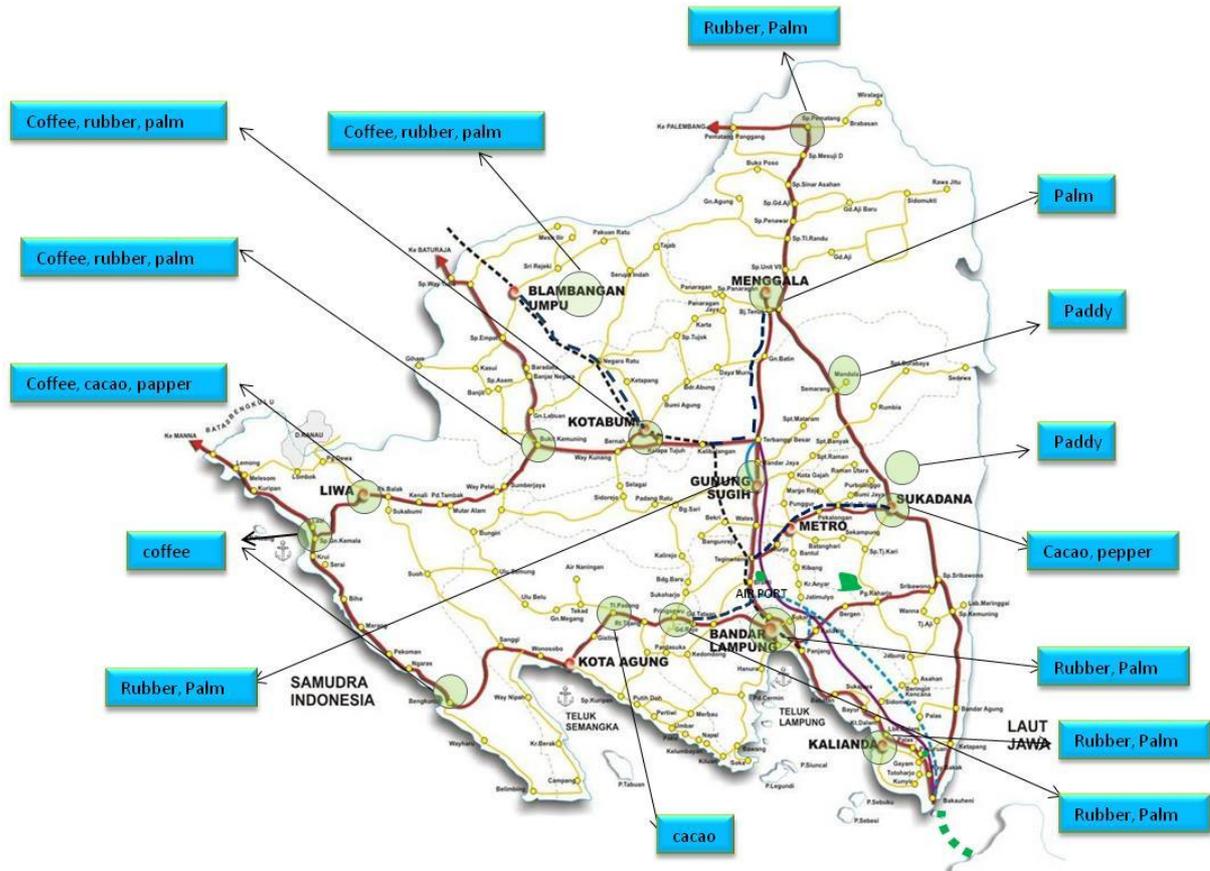
The objective of this research is to analyze the role of estate potential economic sector and infrastructure development in Lampung Province using modelling transportation; (2) to analyze connection of infrastructure for the improvement of potential economic performance in Lampung Province and 3) to analyze infrastructure development plan to build and strengthen that connectivity according to Sunda Strait Area Development.

## **ECONOMIC POTENTIAL IN LAMPUNG**

Lampung, which has capital of the province, Bandar Lampung, is also known as Bumi Ruwa Jurai. The province that has quite diversified natural resources and culture since prehistoric ages is bordered by Java Sea on the east, Sunda strait on the south, Indonesia Ocean on the west and South Sumatera and Bengkulu provinces on the north. The province is strategic that makes it the gate of Sumatera and a tangible hub of Java and Sumatera including the movement of population. Therefore the province becomes so pluralism and is called as the Miniature of Indonesia. Besides, Lampung province has potential resources such as agriculture, plantation, fishery, mining and mineral, forestry, and other geographic landmarks like conservation forests, volcanoes etc. Coastal areas with white sand and clean beaches highlight the potential of tourism objects and activities. The coastal areas become the center of fishermen and private business in fishery, hatchery and other marine products. In addition to Bakauheni, the bridging seaport, Lampung has Panjang seaport that is one of the famous seaports that serve many local commodities such as coffee, exported outside the province. The ports play important role in addition to the Raden Inten II airport, which serves passengers transportation. Considering the Lampung condition that becomes more interesting and promising if it managed sustainable and sinergically, the business environment will provide many investment opportunities in all sectors, which in turn, generating economic advantages for Lampung's prosperity.

Potential plantation in Lampung among other things, coffee, pepper, clove, rubber, coconut, sugarcane, tobacco, vanilla, hybrid coconut, palm oil, tea, cotton and cocoa. See Figure 1. Lampung Province has the economic potential of a very promising from the fisheries, both inland and marine fisheries. Commodity shrimp emerged as the new flagship export to this region. Potential areas for shrimp farmers in this province is the eastern coastal region, which covers the eastern part of South Lampung regency, Middle Lampung and North Lampung. East coast of Lampung has wide marshland and suitable for the large-scale area of shrimp.

Lampung is known to have potential agribusiness that need expansion. Citing Lampung produces sugar 35 percent of the country's total requirement. Lampung is the country's 7th largest rice produce with an annual surplus of 800,000 tons, the third largest produce of corn and the largest producer of cassava. Lampung is the country's largest exporter of canned pineapple mainly to Spain averaging 167,018 tons per year, shrimps to the United States averaging 19,614 tons per year and supplies of fresh fruit and vegetables to Jakarta averaging 1,000 tons per day.



**Figure 1.** Potential Plantation in Lampung

The potential of forestry in Lampung quite well with its main commodity various types of wood and rattan. Production of forest products in Lampung (wood and non-timber) is as follows: round wood; resin cat's eye; resin stones, small rattan; rattan manau; large wicker; and charcoal.

In the industrial sector, both based resources, including agricultural processing forest products, or manufacturing industry with commodity goods from wood, Lampung region has good potential. Other processing industries, such as sugar, tapioca, coffee, and food have more opportunity to develop industrial products. Many commodities which have been exported by Lampung, including canned pineapple, citrid acid, rattan baskets, marble, wood processing, plywood, furniture , sugar drops, "bungkil" copra, sago flour, rubber, bamboo baskets, palm oil, cassava, rice flour, soap, coffee powder, coconut milk, coconut flour, coconut shell charcoal, coconut pulp, coconut juice, wood charcoal, etc. Livestock population in this province comprises of cow, buffalo, goat, sheep, pig, chicken, poultry and rooster.

Lampung has various mineral and mining resources such as crude oil, uranium, coal, iron ore, gold and silver, marble, hot spring water and gas. In the field of mining and quarrying, Lampung region has a variety of mining and quarrying such as coal, gold and silver, particularly in the North Lampung, and South Lampung. While the Gulf region and Betung Kalianda make a lot of iron ore. Marble is produced by many Bedengbaru areas. While the results of other mining and quarrying, such as limestone, andesite, basalt, tuff, granite, quartz sand, ground sand, and pumice evenly in Lampung and the potential for expanded

production. Types of mines that have been exported by the province include pumice, coal, stone beaches, and others. See Figure 2.

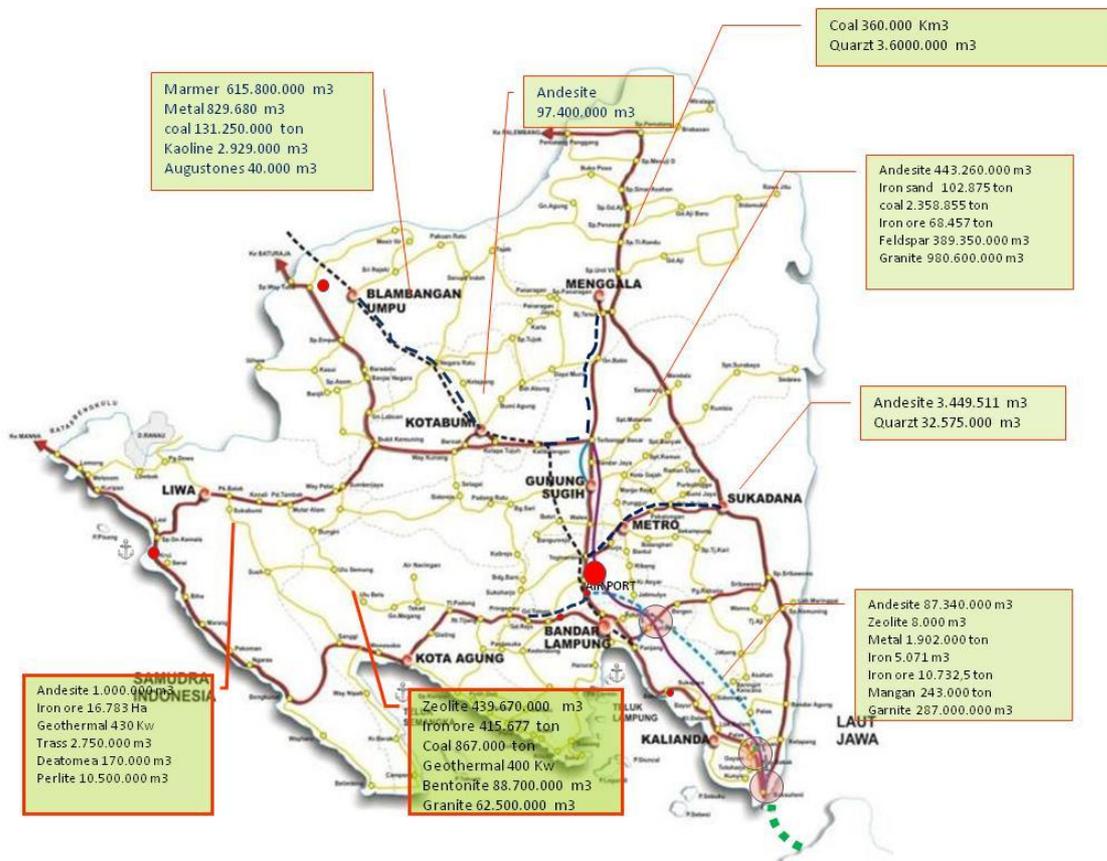


Figure 2. Potential Mining and Quarrying in Lampung

The potential of tourism resources is based on natural park and resorts such as national park with diversified flower and animals, training centre of wild elephant, rhinoceros cultivation, way kanan resort, Park Forest, islands, sulphuric hot water springs, waterfalls and beaches. Water tourism like beringin Indah Lake, reservoirs and dam, lakes, and leisure parks. Cultural tourism such as caves, traditional houses, performing arts, historical park, monasteries and ancient/kingdom cemeteries. In addition there are excellent tourist attractions scattered support throughout the district / city, including natural attractions and 177 pieces of artificial attractions including cultural attractions as many as 145 objects.

## EXISTING INFRASTRUCTURE IN LAMPUNG

As an investment destination, this province also has a variety of facilities and infrastructure such as Raden Inten II Airport in Tanjung Karang and have Tulangbawang Harbor, Port Mesuji, Great Harbor City, Harbor Labuhan Maringgai, Port and Harbor Bay Special Betung Tarakan. (The Government of Lampung, 2011)

The construction of the road infrastructure manifests one of the efforts to support improvement of the economic potentials and distribution of goods in The financing of Muara Putih - Karang Anyar - Sidodadi Asri road construction has been given to support distribution of commodities, such as fisheries, plantation, and livestock farming throughout the region in South Lampung and beyond Lampung Province.

The length of the road in 2013 was 13,058.68 km covered: 296.487 km of 1,159.573 km (only 25.5%) state road in good condition, 565.17km of 1,702.81 km (only 33.19%) provincial road in good condition, and 6,081.73 km municipal road, and 488.68 km artery road.

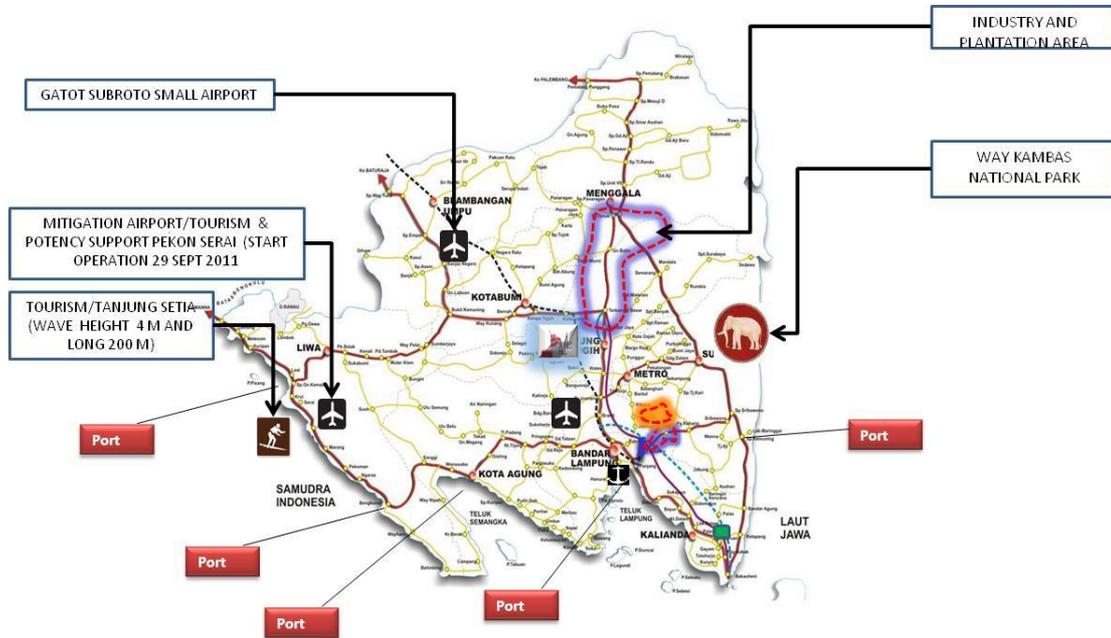


Figure 3. Existing Infrastructure in Lampung

## METHODOLOGY

Research Method as shown in Figure 4 show us that we use modelling transportation to know travel pattern according to economic potential area and market connectivity.

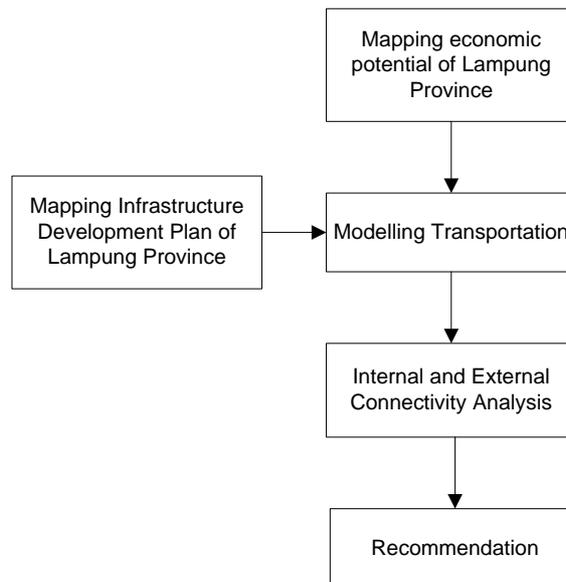


Figure 4. Research Method

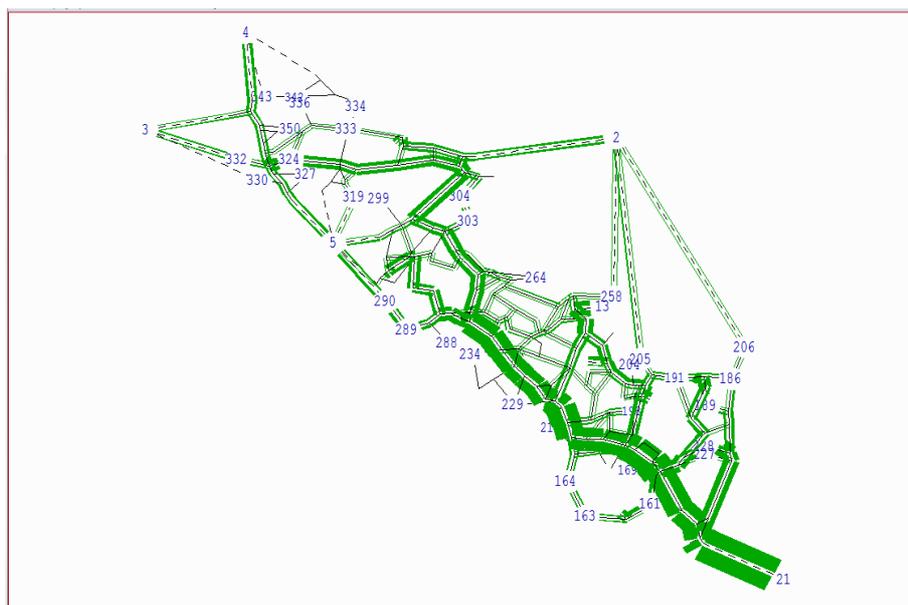
## MODELLING TRANSPORTATION

One strand follows the development of transportation models from the early 4-step models to the advanced traffic volume-based. The second strand follows the connectivity of infrastructure development plan in Lampung and potential economic area. The road network is a set of roads and intersection which is the one that is created in the hierarchical relation. To encourage national development vision, besides planning development documents also supported by the acceleration and expansion of Lampung Economic Development ( MP3EL ). MP3EL was held based on the centre of economic growth development approach both existing and new area. This approach is essentially of sectoral approach and regional integration. Overall, economic growth centers and connectivity create corridor the Lampung economy corridor. Then the government prepares infrastructure development plan, e.g toll sumatera. (Sulistyorini, 2012). The idea of building a bridge spanning the sea between Java and Sumatera has for decades remained in the pipeline.

Analysis has done by using four stages transportation modeling. Study Forecasting includes the following stages:

1. Estimated trip generation and attraction from specific land use, in pcu/day unit.
2. Estimated trip distribution, the trip origin and destination number between land use (zone)
3. Assign origin and destination matrices to road network system to see the effects of land use changes in the area of study to performance of road network system

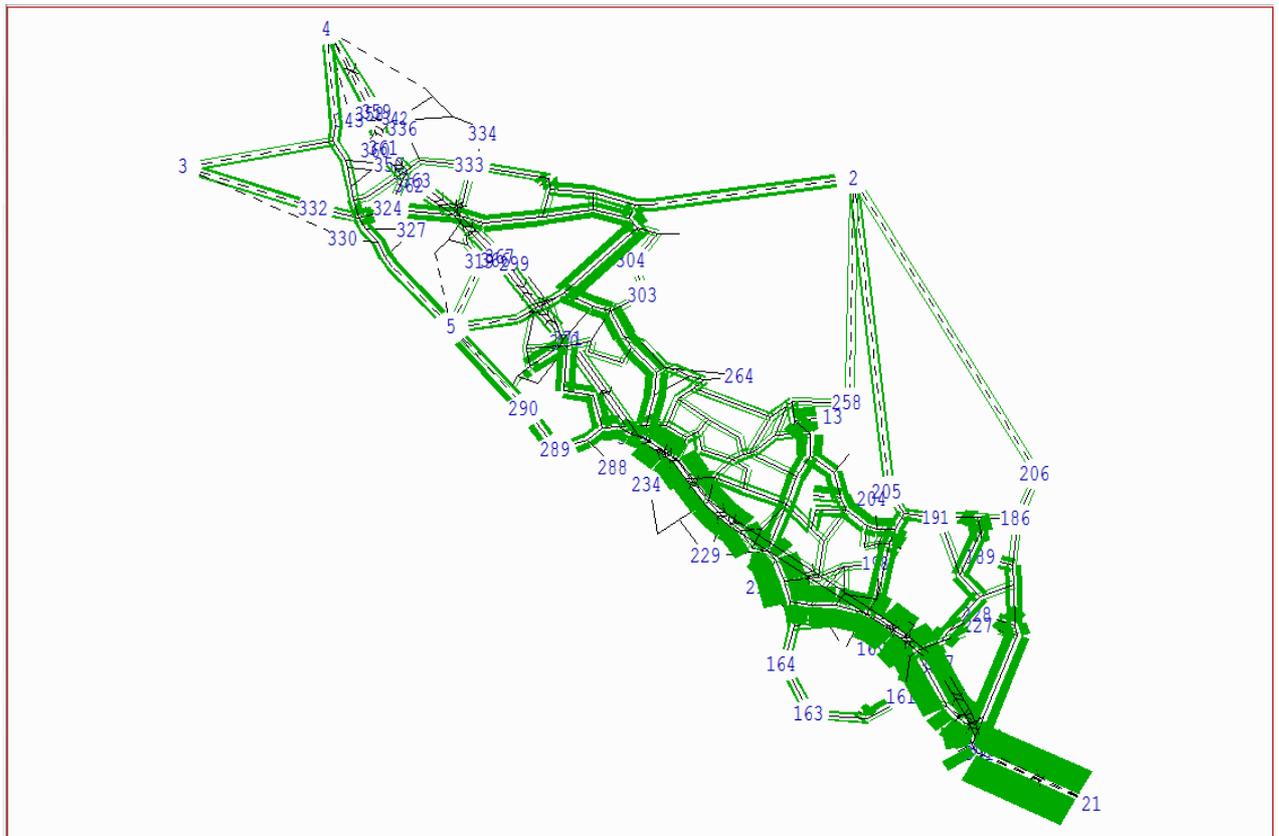
Built Process of Road Network, covering road network existing identification such as width, length, geometric, free flow speed, road capacity, node and centroid numbering or codification. Road network modeling formed for assignment stage, being utilized to predict road traffic in the future. Assignmet process using SATURN as transportation software, where each link was completed by several attributes, such as: link code ( consisting the starting point and the end), length, capacity, free-flow speed and functions of relations between speed and traffic flow. All attributes regarding to an operational road condition calculated based on IHCM (Indonesian Highway Capacity Manual) 1997 and secondary data base is reach from previous study ‘Tatralok Lampung Selatan 2011 ‘.



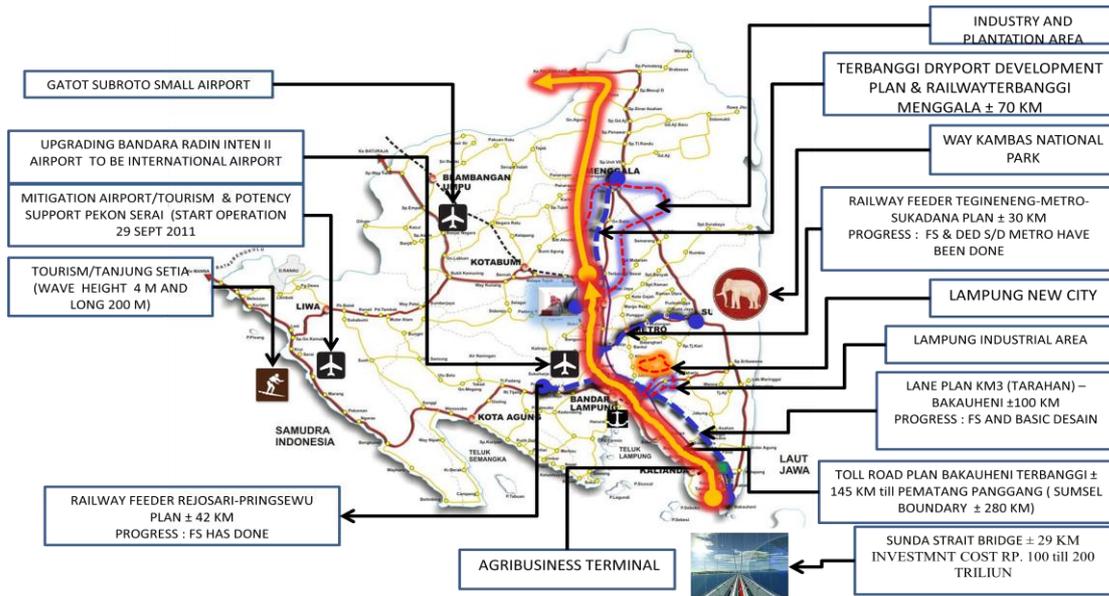
**Figure 5.** Result of Assignment in 2014

This model is build synergy with the RJPMD (the medium term development plan) and roles of stakeholders. The potentials could be developed and expanded with the support of adequate infrastructure. Lampung has strategically located industrial estates such as the 300 hectare Lampung Industrial Estate (KAIL). Tenggara maritime industrial estates to be built over a 2,000 hectare plot of land and lampung selatan industrial estates to be built over 15,000 hectares plot of land in the sub districts of Ketibung-Ketapang. (Bappeda, 2010)

Required fruits and vegetables for Capital city of Indonesia (Daerah Khusus Ibukota Jakarta) and some other cities in Java, particularly Banten and West Java Province, is derived from Lampung Province and South Sumatera region.



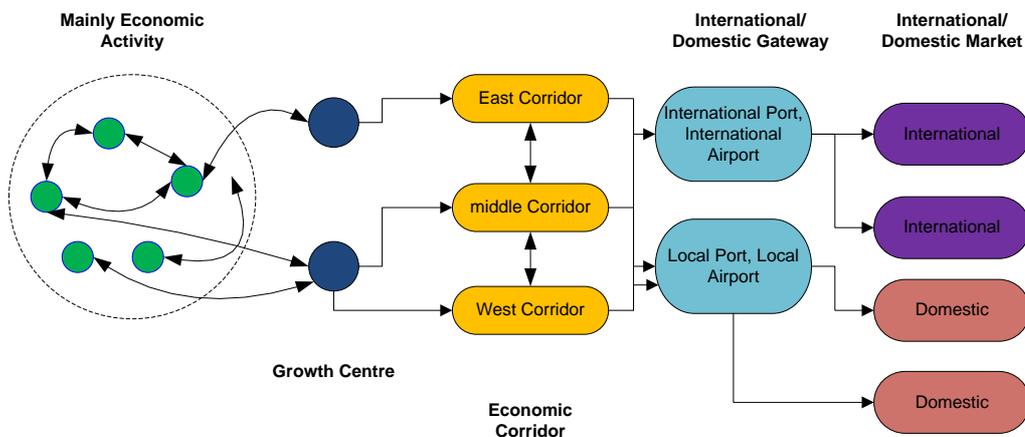
**Figure 6.** Result of Assignment in 2024



**Figure 7.** Infrastructure Development Plan in Lampung (Source: Bappeda, 2012)

Fruit and vegetable commodity was shipped to the Java island every day through land transportation and ferried through Bakauheni ferry port in South Lampung regency to the port of Merak in Banten Province.

All the activities above can be done in the presence of fruit and vegetable terminal or terminals of agribusiness at the site before the port of Bakauheni and South Lampung Regency is a strategic place to build the terminal agribusiness. In this terminal in addition to commodities bananas, other commodities also can do the same thing are selection, washing and packaging. The purpose built terminal agribusiness is to improve the quality of fruit and vegetable commodities and meet the requirements of the recipient not to send junk along with the delivery of bananas or other commodities. With the increasing quality of the commodity will increase prices and will impact on living standards increased fruit and vegetable farmers in Lampung and surrounding areas. The aim of the terminal agribusiness built is fruit and vegetable farmers and increase local revenues. Expected by the terminal agribusiness then commodity prices will be higher than the selling of commodities without selection. Addition of commodity levy can increase revenue.



**Figure 8.** Growth Economic Area and Infrastructure Connectivity Mapping in Lampung

Meanwhile, on the other hand, economic growth has begun to shift to Sumatera, but the infrastructure has not been too good, so it is being built to be better. To accelerate economic growth, transportation infrastructure carries important impacts. The future for now is Sumatera; Java is in the past. Therefore, infrastructure development focus at the moment is to build highways, such as Trans-Sumatera and to have railway lines connected. In addition, transport would be much faster and distribution of goods would be more efficient in Java and Sumatera.

## **CONCLUSION**

By using the prediction of traffic growth and some assumption changes to traffic flow to the plan of toll road and Sunda Strait Bridge is already constructed, Traffic flow from bakauheni to Bandar Lampung rise to 2,821 pcu/hours. The flow is divided by a cross through the East Road of 706 pcu/hours and via toll road is 1,269 pcu/hour and through the middle road is 846 pcu/hour.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

I would like to express my special thanks of gratitude to Directorate General of higher education and Agency for regional development planners of Lampung Povince. For supporting both data and funds so that research can be done . This work has been funded by Directorate General of higher education from Pemprinas MP3EI Grant, multi year 2012-2014.

## **REFERENCES**

- Anonim 2013. *Lampung Dalam Angka 2013*. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung
- Anonim 2012. *Rencana Aksi Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Lampung 2012-2025*. Bappeda Provinsi Lampung.
- Anonim. 2011. *Profile of Lampung, Seeing is Believing*. The Government Province of Lampung.
- Anonim 2010. *RPJMD Provinsi Lampung 2010-2014*. Bappeda Provinsi Lampung.
- Sulistiyorini, R. 2012. *Perencanaan Transportasi Berbasis Pengembangan Wilayah Untuk Mendukung Pembangunan Jembatan Selat Sunda*. Laporan Akhir Hibah MP3EI. Lembaga Penelitian, Universitas Lampung (unpublished).

## OPTIMALISASI JANGKAUAN PELAYANAN HALTE BRT/BUS TRANS SEMARANG

### Djoko Suwandono

Staff Lecturer

Urban and Regional Planning Department  
Faculty of Engineering  
Diponegoro University  
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang  
Telp/Fax: (024) 7460054  
[dsuwandono@yahoo.com](mailto:dsuwandono@yahoo.com)

### Mussadun

Staff Lecturer

Urban and Regional Planning Department  
Faculty of Engineering  
Diponegoro University  
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang  
Telp/Fax: (024) 7460054  
[mussadun@gmail.com](mailto:mussadun@gmail.com)

### Diah Intan Kusumo Dewi

Staff Lecturer

Urban and Regional Planning Department  
Faculty of Engineering  
Diponegoro University  
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang  
Telp/Fax: (024) 7460054  
[diah.dewi@undip.ac.id](mailto:diah.dewi@undip.ac.id)

### Pratamaningtyas A

Asisten Laboratory

Urban and Regional Planning Department  
Faculty of Engineering  
Diponegoro University  
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang  
Telp/Fax: (024) 7460054  
[pratamatyas@yahoo.co.id](mailto:pratamatyas@yahoo.co.id)

### Abstract

The growth of urban population is often not accompanied with adequate public transport. To meet the needs of public transport, Semarang city are beginning to develop the provision of Bus Rapid Transit (BRT) or Bus Trans Semarang in 2010. One of the problems to meet the needs of public transport services is BRT shelter range of service is not optimal. It can be seen from the BRT shelter service outreach at a radius of 400 meters (on foot) only covers 47 % of the 177 districts (kelurahan) in the city of Semarang. The limited range of shelter coverage is due to lack of modal options (such as taxi motorcycle, rickshaw, bicycle) between residential location with BRT shelter. To overcome these problems required the addition of BRT shelter outreach radius to a radius of 3 km by bike and ride facilities (for bicycles) and other advanced modes such as taxi motorcycle or rickshaw.

**Kata Kunci:** *Range of service, Shelter, Bus Rapid*

### Abstrak

Pertumbuhan penduduk yang meningkat dikawasan perkotaan seringkali tidak diiringi adanya penyediaan angkutan umum yang memadai. Seperti halnya Kota Semarang yang mulai mengembangkan penyediaan bus Rapid Transit (BRT) atau Bus Trans Semarang mulai beroperasi tahun 2010, untuk memenuhi kebutuhan transportasi penduduknya. Salah satu permasalahan dalam memenuhi kebutuhan pelayanan angkutan umum adalah jangkauan pelayanan halte BRT yang tidak optimal. Hal ini dapat dilihat dari jangkauan pelayanan halte BRT pada radius 400 meter (dengan berjalan kaki) hanya mencapai 47% dari 177 kelurahan di Kota Semarang. Terbatasnya jangkauan pelayanan halte BRT ini diakibatkan tidak adanya pilihan moda lanjutan (seperti ojek, becak, sepeda) yang memadai antara lokasi pemukiman dengan shelter BRT. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan adanya penambahan radius jangkauan pelayanan shelter BRT hingga radius 3 km dengan menyediakan fasilitas bike and ride (untuk sepeda) dan moda lanjutan lainnya seperti ojek atau becak.

**Kata Kunci:** *Jangkauan pelayanan, Halte, Bus Trans*

## PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan kota yang mempunyai bentuk seperti kipas atau *the fan shaped cities* (Yunus, 2000). Hal ini mempengaruhi perkembangan kota kearah pinggiran kota terutama ke bagian Selatan, Timur dan Barat. Perkembangan kota Semarang ini diiringi dengan perkembangan sistem transportasi yang lebih baik. Transportasi sebagai kegiatan pemindahan barang dan manusia dari tempat asal (*origin*) ke tempat tujuan (*destination*)

menciptakan guna tempat (*place utility*) dan guna waktu (*time utility*), karena nilai barang menjadi lebih tinggi di tempat tujuan dibandingkan di tempat asal. (Adisasmita, 2010) Transportasi merupakan kegiatan jasa pelayanan (*service activities*). Jasa transportasi tersebut diperlukan untuk membantu kegiatan sektor-sektor lain (sektor pertanian, sektor perindustrian, sektor keuangan, sektor pemerintahan, transmigrasi, pertanahan-keamanan dan lainnya untuk mengangkut barang dan manusia dalam kegiatan masing-masing sektor tersebut. (Sinegar, 1995: 21 dalam Adisasmita, 2010:1)

Sistem transportasi mempunyai peranan yang penting bagi perkembangan sebuah kota. Penerapan peran sistem transportasi yang tidak sesuai dapat menimbulkan dampak negatif yang berpengaruh terhadap perkembangan di segala bidang baik ekonomi, sosial maupun lingkungan. Menurut Waluya dan Nugratama (2006), pemilihan sistem transportasi yang salah untuk wilayah perkotaan dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan lalu lintas, yang berarti pemborosan besar dari penggunaan energi dan ruang, serta timbulnya masalah pencemaran udara akibat gas buang kendaraan yang semakin besar jumlahnya. Perkembangan transportasi di kota-kota besar di Indonesia semakin meningkat akibat dari pertumbuhan dan perkembangan kota serta laju pertumbuhan penduduk.

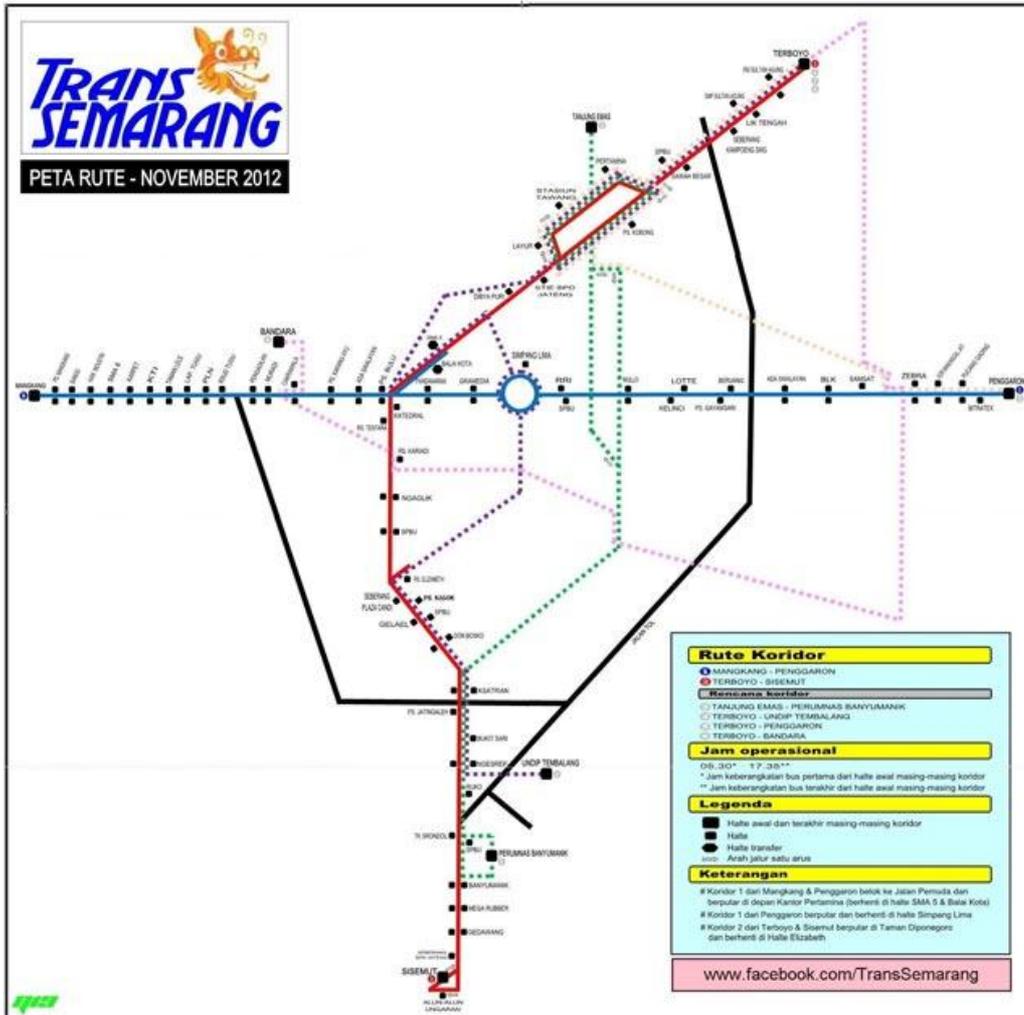
Kota Semarang sekaligus sebagai salah satu kota Metropolitan mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun mempengaruhi peningkatan pergerakan aktivitas penduduk, sehingga menyebabkan. Pertumbuhan jumlah kendaraan cukup pesat dan apabila ditambah beban kendaraan dari luar kota. Diperkirakan bahwa setiap hari sebanyak 450 ribu orang masuk dan keluar kota Semarang. Jumlah kendaraan sendiri terdaftar pada 2007 sebanyak 704.560 (82%) sepeda motor dan 147.791 mobil (18%). Di tahun 2007 tingkat pertumbuhan kendaraan mencapai 2,5% per tahun. (<http://suaramerdeka.com/>)

Pada skala regional, hubungan antara transportasi dan pembangunan sudah jelas. Perencana, Ekonom dan pembuat kebijakan perkotaan telah khawatir tentang pertumbuhan lalu lintas perkotaan, khususnya peningkatan dalam perjalanan dan tergantung terhadap mobil. (Banister, 1995:3-6) Untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan mobil pribadi, khususnya untuk komuter, kota-kota Eropa telah berinvestasi secara ekstensif dalam sistem transportasi publik.

Tingginya nilai lahan dan kepadatan di pusat kota mempengaruhi masyarakatnya untuk bergerak ke arah pinggiran kota. Hubungan antara transportasi dan guna lahan ini saling mempengaruhi, sehingga kota memerlukan adanya angkutan umum massal atau BRT yang dapat diandalkan. Fakta bahwa pengguna BRT harus turun dan naik pada halte tertentu maka jangkauan pelayanan halte BRT sangat berpengaruh pada kemudahan untuk menjangkaukannya. Kemudahan pengguna untuk menjangkau halte BRT tersebut tidak diikuti dengan penyediaan fasilitas dan pilihan moda lanjutan. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan adanya kajian jangkauan pelayanan halte BRT untuk mengetahui apakah jangkauan pelayanan BRT yang ada di Kota Semarang saat ini sudah optimal.

## **METODOLOGI STUDI**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Tahap pertama dilakukan penentuan sistem transit point atau lokasi halte pada koridor 1 dan 2 seperti gambar 1 serta melakukan survei lapangan menggunakan GPS. Adapun jumlah halte yang ada pada koridor 1 dan 2 sebanyak 95 titik.



Sumber: <http://semarangkota.com/01/rute-dan-tarif-bis-trans-semarang/>

**Gambar1.** Peta Rute Bus Trans Semarang

Kemudian dilakukan pengkajian jarak ideal jangkauan pejalan kaki yaitu 400m (menurut tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan/SNI 03-1733-2004). Sehingga akan dihasilkan peta buffer untuk masing-masing peta berdasarkan jangkauan 400m. Selanjutnya, dilakukan analisis penggunaan lahan permukiman di sekitar jangkauan pelayanan untuk mengetahui lokasi lahan pemukiman yang tidak terjangkau oleh pejalan kaki. Tahap kedua, dilakukan analisis yang sama seperti tahap satu tetapi dengan radius 3km. Selain itu pada wilayah studi juga dilakukan pengambilan kuesioner sejumlah 100 orang pada penumpang bus BRT koridor 1 dan 2. Penentuan ukuran sampel 100 orang didasarkan pada rekomendasi Cooper (1996) untuk menentukan ukuran sampel pada populasi yang sulit diketahui ukuran populasinya.

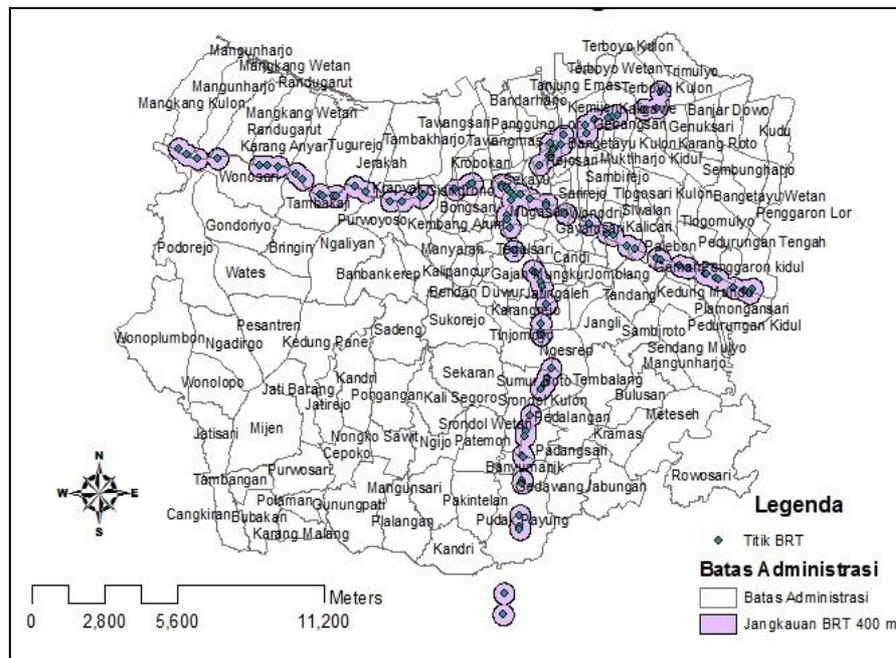
## HASIL PEMBAHASAN

### Analisis Tujuan Perjalanan Pengguna Bus BRT

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diketahui tujuan perjalanan pengguna Bus Trans Semarang adalah untuk bekerja 55%; belajar 30%; belanja dan kegiatan lainnya 15%. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi perkembangan kota yang cukup pesat bahwa pada umumnya pengguna bus BRT melakukan perjalanan cukup jauh dari lokasi huniannya untuk melakukan aktivitasnya.

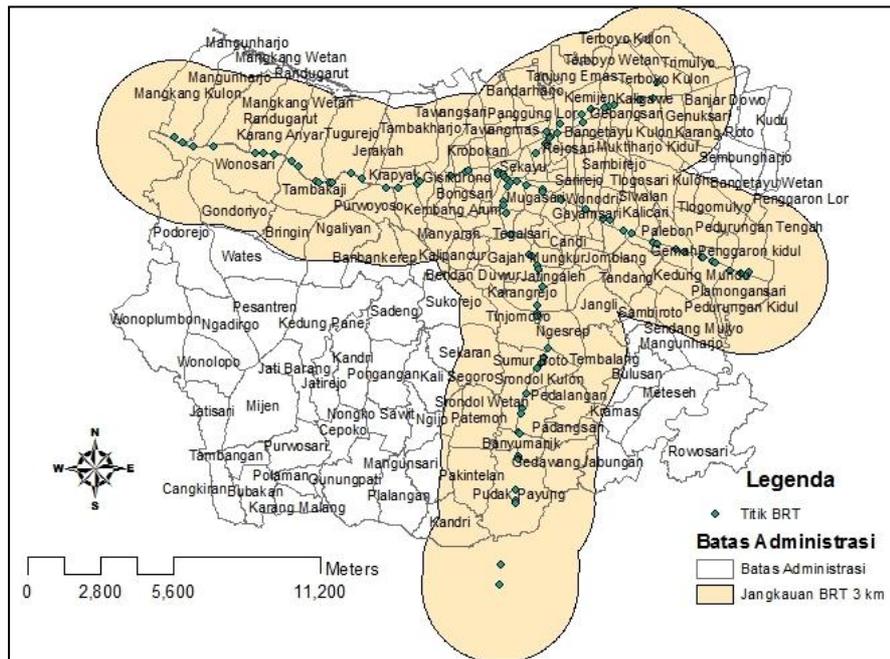
### Analisis Jangkauan Pelayanan Bus BRT

Jangkauan pelayanan merupakan salah satu faktor dalam menentukan lokasi halte. Penentuan lokasi menurut Rushton (1973) ditentukan dengan jarak seminimal mungkin untuk berjalan kaki, yaitu 400m (menurut tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan/SNI 03-1733-2004). Dari hasil survei yang telah dilakukan rata-rata pengguna bus BRT sebanyak 70% memiliki lokasi hunian dalam radius 400m - 1km dari halte dan sisanya 30% dalam radius >1km (dengan lokasi hunian sejauh 3km). Hal tersebut mengindikasikan bahwa pengguna bus BRT mempunyai peminat pengguna yang cukup besar walaupun jarak antara lokasi hunian dan halte yang dituju cukup jauh. Berdasarkan analisis buffer yang telah dilakukan terlihat pada gambar 2 hanya 84 kelurahan atau 47% dari 177 kelurahan yang masuk dalam jangkauan pelayanan radius 400m. Apabila dikaitkan dengan hasil survei terhadap pengguna bus Trans Hal ini mengindikasikan bahwa jangkauan pelayanan bus BRT pada koridor 1 dan 2 masih rendah.



**Gambar 2.** Jangkauan Pelayanan Halte 400m

Berdasarkan analisis buffer yang telah dilakukan terlihat pada gambar 3 menunjukkan bahwa 149 kelurahan atau 84% dari 177 kelurahan yang masuk dalam jangkauan pelayanan radius 3km. Pemilihan jarak angkauan pelayanan menuju halte oleh pengguna dikaitkan dengan hasil survei. Hal ini mengindikasikan bahwa bus BRT dapat menarik lebih banyak pengguna pada radius 3 km.



**Gambar 3.** Jangkauan Pelayanan Halte 3km

Sedangkan berdasarkan hasil survey pengguna bus BRT pada radius 3km menunjukkan adanya penggunaan moda lanjutan untuk menuju halte, seperti yang terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Moda Lanjutan Pengguna Bus BRT Radius 3km

Moda	Jalan Kaki	Sepeda/becak	Sepeda motor (ojek/diantar)	Mobil
%	10%	20%	45%	25%

Berdasarkan hasil survey pengguna bus BRT radius 3km dapat diketahui bahwa pengguna menginginkan adanya kemudahan pencapaian untuk mencapai halte. Sebab pengguna bus BRT dengan moda lanjutan seperti sepeda, sepeda motor dan mobil masih mengandalkan anggota keluarga lainnya untuk mengantar dan menjemput ke lokasi halte. Terutama bagi pengguna bus yang berjalan kaki dan diantar dengan sepeda/becak, mereka menginginkan adanya tempat penitipan sepeda dekat lokasi halte. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya peningkatan penggunaan bus BRT radius 3 km apabila disediakan fasilitas penitipan sepeda atau tersedianya moda angkutan umum lanjutan lainnya seperti becak dan ojek di dekat halte/hunian.

### **Analisis Penggunaan Lahan Permukiman di Sekitar Jangkauan Pelayanan Halte**

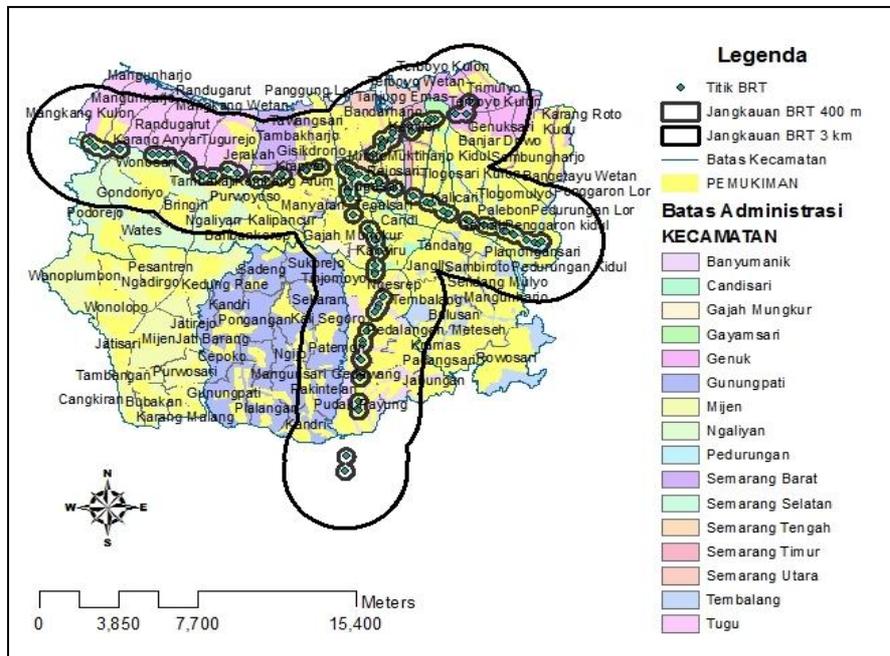
Permukiman menurut Undang-Undang No.1 Tahun 2011 merupakan bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Sedangkan menurut Koestoer (1995), menyatakan bahwa batasan permukiman adalah terkait erat dengan konsep lingkungan hidup dan penataan ruang.

Permukiman merupakan salah satu bagian dari penggunaan lahan yang menjadi aspek yang paling penting dalam menciptakan pergerakan terbesar di dalam perkotaan. Persebaran permukiman di kota Semarang terbagi menjadi pusat dan pingiran kota. Lokasi permukiman di pusat kota Semarang berada di kecamatan Semarang Tengah dan Semarang

Timur. Saat ini perkembangan permukiman di kota Semarang telah merambah ke daerah pinggiran kota seperti ke arah kecamatan Ngaliyan, Tembalang dan Banyumanik.

Dengan melihat lokasi halte BRT saat ini, sedikit bayak telah menjangkau beberapa area/kawasan permukiman di kota Semarang. Halte BRT yang membagi Semarang kearah Timur-Barat dan Utara-Selatan ini, memberikan alternatif pemecahan permasalahan transportasi di kota Semarang. Namun demikian lokasi persebaran halte BRT ini belum cukup optimal dari segi pelayanannya.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, bahwa lokasi permukiman yang belum terjangkau oleh BRT pada radius 400m adalah di kecamatan Banyumanik, Tembalang dan sebagian besar kecamatan yang menjadi bagian dari rute BRT seperti Candisari, Gajah Mungkur, Gayamsari, Genuk, Gunungpati, Mijen, Ngaliyan, Pedurungan, Semarang Barat, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, Semarang Utara, dan Tugu. Sedangkan, pada radius 3km, BRT belum menjangkau kecamatan Ngaliyan dan sebagian besar kecamatan Banyumanik serta beberapa kelurahan Tembalang.



Gambar 4. Permukiman di Sekitar Jangkauan Pelayanan Halte

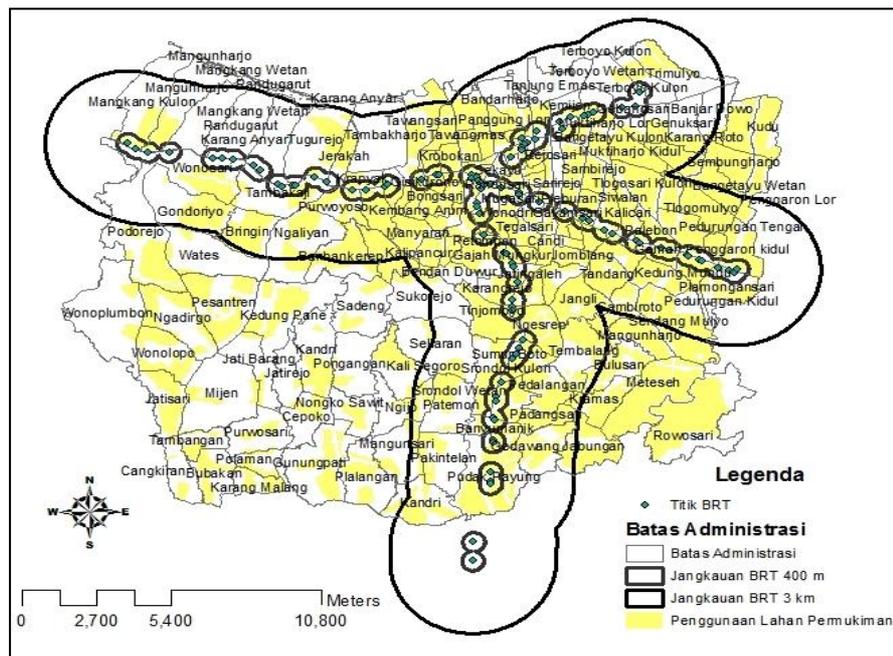
## SIMPULAN

Optimalisasi jangkauan pelayanan halte bus BRT sangat tergantung dari kemudahan pencapaiannya. Saat ini jangkauan pelayanan halte bus BRT sangat terbatas, hal ini dapat dilihat dari terbatasnya jangkauan pelayanan halte bus pada radius 400m. Untuk mengoptimalkan jangkauan pelayanannya hingga 3km diperlukan adanya penambahan fasilitas penitipan sepeda atau tersedianya moda angkutan umum lanjutan lainnya seperti becak dan ojek di dekat halte/hunian.

**Tabel 2.** Jangkauan Pelayanan Halte Bus BRT Radius 400m dan 3km

Jangkauan Pelayanan	Terlayani	Persentase	Tidak Terlayani	Persentase	Total
Radius 400m	84	47%	93	53%	177 kelurahan
Radius 3 km	149	84%	28	16%	(100%)

Berdasarkan jangkauan pelayanan halte di Kota Semarang, menunjukkan bahwa persebaran lokasi permukiman yang belum terlayani oleh Bus Trans ialah kecamatan Ngaliyan dan sebagian besar kecamatan Banyumanik serta beberapa kelurahan Tembalang.



**Gambar 5.** Lokasi Permukiman di Sekitar Jangkauan Pelayanan Halte

## UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan salah satu penelitian yang dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Ditlitabmas Dikti Kemendikbud) Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri (BOPTN) tahun anggaran 2014, melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Diponegoro Nomor DIPA : 023.04.2.189185/2014, tanggal 05 Desember 2013.

## REFERENSI

- Adisasmita, Rahardjo. 2010. *Dasar-Dasar Ekonomi Transportasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Banister, David. 1995. *Transport and Urban Development*. London: E & FN Spon.
- Cooper, R. Donald. 1996. *Metode Penelitian Bisnis*, Jilid I Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.

- <http://suaramerdeka.com/>. Kemacetan Mulai Kepung Semarang. Semarang, 13 Februari 2011.
- <http://semarangkota.com/01/rute-dan-tarif-bis-trans-semarang/>. *Rute dan Tarif Bis Trans Semarang*. Semarang, 4 January, 2013.
- Koestoer, dkk. 1995. *Prespektif Lingkungan Desa Kota*. Jakarta: Ui Press.
- Rushton, Gerard. 1985. *Optimal Location of Facilities*. Iowa. Departement of Geography University of Iowa.
- Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan Di Perkotaan*. SNI 03-1733-2004. Badan Standarisasi Nasional.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan Dan Kawasan Permukiman.
- Waluya, Jaka dan Nugratama, Sony. *Lingkungan Dan Transportasi*. Jurnnal REGION Volume II. No. 2 September 2010
- Yunus, Hadi S. (2000). *Struktur Tata Ruang Kota*. Yogysakarta: Pustaka Pelajar.

# MODEL KEBUTUHAN ANGKUTAN UMUM KHUSUS PEREMPUAN (STUDI KASUS : ANGKUTAN UMUM DI KOTA BATAM, KEP. RIAU)

**Atik Wahyuni**

Doctoral Student at Civil Engineering Department,  
University of Brawijaya  
atik@uib.ac.id

**Achmad Wicaksono**

Senior lecturer at Civil Engineering Department,  
Faculty of Engineering, University of Brawijaya  
wicaksono@ub.ac.id

**Harnen Sulistio**

Professor on Civil Engineering, Faculty of  
Engineering, University of Brawijaya  
harnen@ub.ac.id

**Ludfi Djakfar**

Senior lecturer at Civil Engineering Department,  
Faculty of Engineering, University of Brawijaya  
ldjakfar@ub.ac.id

## Abstrac

Many obstacles and problem for woman if use public transportation, including cost, policy, convenience and most important is the increasingly widespread violence on women in public spaces or public transportation, so it is necessary to conduct a study on public transportation for women. The objectives of this study is to obtain public transport modal choice model of women's. The method use in this study to conduct a survey respondent female passenger on social economic characteristics, trip characteristics and stated preference. The results from this research is the selection of a model mode public transportation for women  $U_{AUP} - U_{AU} = 0,328 + 0,150 \Delta X_5$

**Key Words** : *Public Transportation, Women*

## Abstrak

Terlalu banyak hambatan dan masalah untuk perempuan yang menggunakan angkutan umum, termasuk biaya, kebijakan, kenyamanan dan yang paling penting adalah semakin maraknya kekerasan yang terjadi pada perempuan diruang publik atau didalam angkutan umum, maka dirasa perlu untuk melakukan kajian mengenai kebutuhan angkutan umum khusus perempuan. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model pemilihan moda angkutan umum khusus perempuan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan melakukan survei responden penumpang perempuan mengenai karakteristik sosial ekonomi, karakteristik perjalanan, dan *stated preference*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah model pemilihan moda angkutan umum khusus perempuan  $U_{AUP} - U_{AU} = 0,328 + 0,150 \Delta X_5$

**Kata kunci** : *Angkutan umum, perempuan*

## PENDAHULUAN

Pengguna jasa transportasi angkutan umum saat ini di beberapa kota metropolis di Indonesia seperti Jakarta dan Surabaya, dimana untuk penumpang bis kota di Jakarta, khususnya busway, proporsi penumpang perempuan sebesar 55 %, sementara proporsi penumpang laki-laki sebesar 45 % (Murdiono, 2006). Perempuan berpenghasilan rendah dan terutama belum menikah tergantung pada angkutan massal, karena kendala finansial yang menghambat kepemilikan kendaraan (McLafferty, 2000), namun ada terlalu banyak hambatan dan masalah untuk perempuan yang menggunakan angkutan umum, termasuk biaya, kebijakan, dan yang paling penting adalah banyaknya kekerasan fisik terhadap perempuan terutama di malam hari. Selain itu, norma-norma budaya, pakaian tradisional menahan perempuan untuk bisa mengakses moda transportasi angkutan umum dan kendaraan roda dua (Ubogu, 2010). Untuk menciptakan sistem layanan kendaraan umum

yang sesuai dengan kebutuhan penumpang perempuan hal terpenting dan menjadi prioritas kebutuhannya yaitu rasa aman (Prihono, 2011)

## KAJIAN PUSTAKA

### Teknik Stated Preference

*Stated preference* adalah pendekatan dengan cara menyampaikan pernyataan pilihan (*option*) berupa hipotesa yang harus dinilai oleh responden dalam bentuk pilihan, baik berupa 'ranking', 'rating' atau 'choice'. *Stated Preference* juga menggunakan perancangan eksperimen untuk menyusun alternatif-alternatif pertanyaan yang disajikan kepada responden. Rancangan ini dibuat *orthogonal*, artinya kombinasi antara atribut yang disajikan bervariasi secara bebas satu sama lain. Kelebihannya adalah bahwa efek dari setiap atribut yang direspon lebih mudah diidentifikasi (Pearmain et al., 1991). Dalam penelitian ini digunakan rancangan *full factorial* dengan 3 atribut pelayanan angkutan umum yaitu biaya, waktu perjalanan dan frekwensi keberangkatan. Khusus untuk atribut biaya disertai dengan fasilitas pelayanan angkutan umum yang diharapkan dapat meningkatkan rasa aman maupun nyaman terhadap perempuan pengguna angkutan umum yang ada saat ini. Pada survey *stated – preferences* ini, respon dari responden dinyatakan dalam skala pilihan antara 1-5. skala tersebut ditransformasikan ke dalam bentuk probabilitas (*Berkson-Theil transformation*). Skala probabilitas ditransformasi ke dalam skala simetrik yang nantinya akan menjadi nilai utilitas yang bersesuaian dengan skala probabilitas tersebut, Transformasi ini dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Transformasi skala kualitatif menjadi skala kuantitatif

Rating	Respon	Skala probabilitas ( $\rho$ )	Utilitas $\ln \frac{\rho}{1-\rho}$
1	Pasti memilih angkutan umum khusus perempuan	0,9	2,1972
2	Mungkin memilih angkutan umum khusus perempuan	0,7	0,8473
3	Pilihan berimbang	0,5	0,0000
4	Mungkin memilih angkutan biasa	0,3	-0,8473
5	Pasti memilih angkutan umum biasa	0,1	-2,1972

### Model Analisis Logit

Model logit adalah suatu bentuk pendekatan matematis untuk mengetahui persentasi pengguna masing-masing moda pada sistem transportasi dengan manipulasi proporsi dari utilitas yang terdapat pada setiap moda. Untuk memilih dua alternatif moda, digunakan model logit binomial. Pendekatan dasar model analisis logit adalah untuk menemukan bentuk transformasi probabilitas sehingga dapat bernilai dari  $-\infty$  sampai  $+\infty$ , walaupun probabilitas itu sendiri terbatas dalam nilai antara 0 sampai 1. Jika seseorang mempunyai pilihan antara menggunakan angkutan umum khusus perempuan/angkutan umum biasa, maka probabilitas menggunakan angkutan umum khusus perempuan adalah  $\rho_{AUP} = 1 - \rho$

$\rho_{AU}$  . Jika  $\rho_{AU}$  dinyatakan sebagai kombinasi linier antara peubah bebas (atribut pemilihan moda) maka dapat ditulis sebagai berikut (Tamin,2000) :

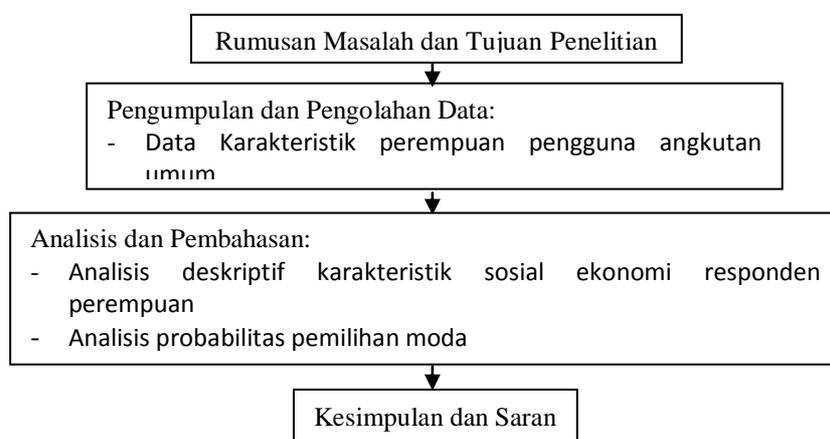
$$\rho_{AUP} = a + b_1(\Delta x_1) + b_2(\Delta x_2) + \dots + b_n(\Delta x_n) \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- a = konstanta
- $b_1, b_2, \dots, b_n$  = koefisien parameter model
- $\Delta x_1, \dots, \Delta x_n$  = perbedaan atribut antar moda

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dipusatkan di Kota Batam dengan luas 3,990 km<sup>2</sup> dan jumlah penduduk 988.555 jiwa, sebagian besar adalah pendatang dengan perbandingan penduduk muslim dan non muslim sama besarnya. Langkah-langkah pembahasan disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1 dibawah in



**Gambar 1** Diagram alir penelitian

### Metode Sampling

Pengambilan sampling dalam penelitian ini merupakan gabungan antara teknik sampling aksidental dengan purposive/ judgement sampling. Metode sampling aksidental adalah teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila dipandang orang yang kebetulan ditemui tersebut cocok sebagai sumber data. Sedangkan purposive/ judgement sampling adalah teknik penentuan sampling yang dipilih berdasarkan tujuan penelitian, yaitu sampel data berdasarkan karakteristik tertentu yang berkaitan dengan penelitian.

## PEMBAHASAN

### Karakteristik Sosial-Ekonomi Responden Perempuan

1. Usia, responden 30 % berusia 17- 21 tahun dan 21% berusia 27-31 tahun, lebih jelasnya pada Gambar 2.



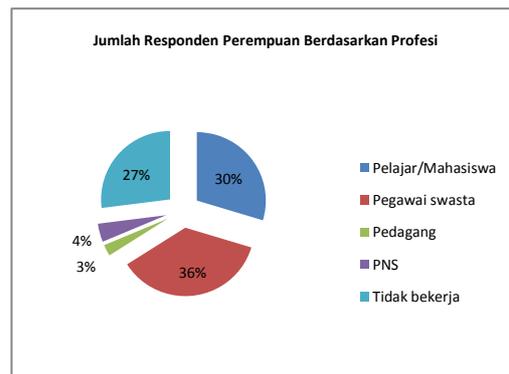
Gambar 2. Jumlah responden perempuan berdasarkan usia

2. Pendidikan, responden 9% SMP, 75 % SMU dan 9% adalah S1. Lebih jelasnya pada Gambar 3.



Gambar 3. Jumlah responden perempuan berdasarkan pendidikan

3. Profesi, responden 43% pekerja perempuan, 30% pelajar /mahasiswa dan 27% tidak bekerja atau ibu rumah tangga. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jumlah responden perempuan berdasarkan profesi

### Kemauan Menggunakan Angkutan Umum Khusus Perempuan

Model pemilihan moda dari regresi atribut biaya perjalanan antara angkutan umum biasa yang beroperasi di dalam Kota Batam tanpa membedakan jenis angkutan dan angkutan umum khusus perempuan tanpa penambahan fasilitas khusus terhadap kedua moda yang dibandingkan, didapatkan model persamaan sebagai berikut:

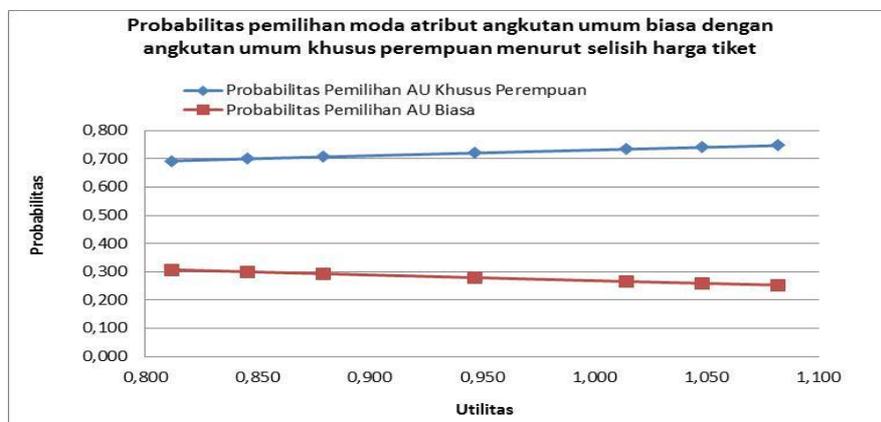
$$U_{AUP} - U_{AU} = 0,947 - 0.00006749 \Delta X_1 \dots\dots\dots(2)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_1$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 2 dan Gambar 5

**Tabel 2** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan

Opsi	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Harga Tiket AU Khusus Perempuan	Harga Tiket AU Biasa			
1	-2000	0	1.082	0.747	0.253
2	-1500	0	1.048	0.740	0.260
3	-1000	0	1.014	0.734	0.266
4	0	0	0.947	0.721	0.279
5	1000	0	0.880	0.707	0.293
6	1500	0	0.846	0.700	0.300
7	2000	0	0.812	0.693	0.307

Sumber : Hasil Analisa



**Gambar 5** Grafik probabilitas pemilihan moda angkutan umum biasa dengan angkutan umum khusus perempuan

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 25% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 75%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga 25 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 75 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.

2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi (R)= 0,104 yang berarti bahwa hubungan lemah antara variabel biaya perjalanan ( $X_1$ ) terhadap variabel pemilihan moda ( $Y_1$ ), sedangkan untuk koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperoleh nilai 0.011 hal ini berarti variabel bebas dalam hal ini adalah biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 1,1% dan 98,9 % dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Semakin besar nilai  $R^2$  atau mendekati nilai 1 menunjukkan ketepatan model yang telah disusun.

Model pemilihan moda dari regresi atribut biaya perjalanan dengan menambahkan fasilitas khusus berupa *air conditioner* (AC) pada moda angkutan umum khusus perempuan, didapatkan model persamaan sebagai berikut:

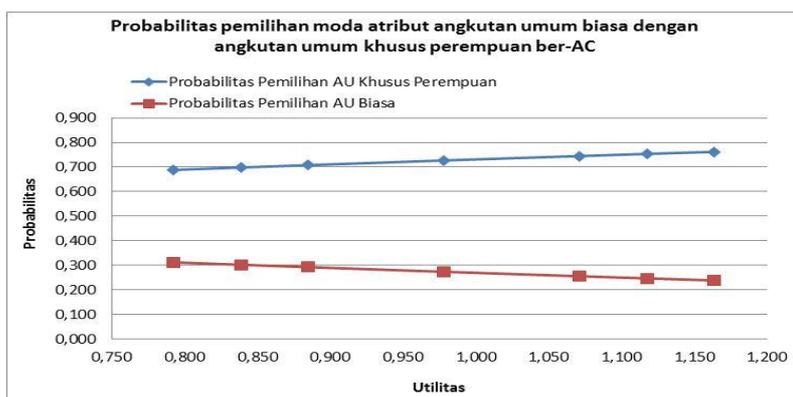
$$U_{AUP} - U_{AU} = 0,978 - 0.00009301 \Delta X_2 \dots\dots\dots(3)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_2$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 3 dan Gambar 6

**Tabel 3** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan ber-AC

Opsis	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Harga Tiket AU Khusus Perempuan	Harga Tiket AU Biasa			
1	-2000	0	1.164	0.762	0.238
2	-1500	0	1.118	0.754	0.246
3	-1000	0	1.071	0.745	0.255
4	0	0	0.978	0.727	0.273
5	1000	0	0.885	0.708	0.292
6	1500	0	0.838	0.698	0.302
7	2000	0	0.792	0.688	0.312

Sumber : Hasil Analisa



Gambar 6. Grafik probabilitas pemilihan moda angkutan umum biasa dengan angkutan umum khusus perempuan ber-AC

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 24% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 76%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang

berprofesi sebagai ibu rumah tangga 24 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 76 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.

2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi (R)= 0.151 berarti bahwa hubungan lemah antara variabel biaya perjalanan (X<sub>2</sub>) terhadap variabel pemilihan moda (Y<sub>2</sub>), sedangkan untuk koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) diperoleh nilai 0.023 berarti variabel bebas biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 2,3% dan 97,7% dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti.

Model pemilihan moda dari regresi atribut biaya perjalanan dengan menambahkan fasilitas khusus berupa tempat duduk khusus ibu hamil, anak-anak dan lansia pada moda angkutan umum khusus perempuan, didapatkan model persamaan sebagai berikut:

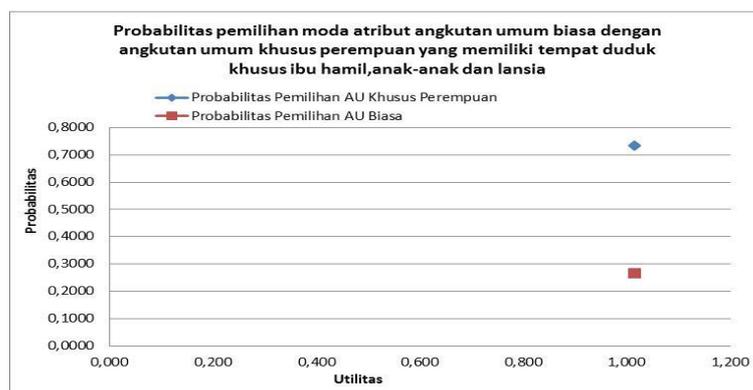
$$U_{AUP} - U_{AU} = 1,016 - 0. \Delta X_3 \dots\dots\dots(4)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_3$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 4 dan Gambar 7

**Tabel 4** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan yang memiliki tempat duduk khusus ibu hamil, anak-anak dan lansia

Opsi	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Harga Tiket AU Khusus Perempuan	Harga Tiket AU Biasa			
1	-2000	0	1.016	0.7342	0.266
2	-1500	0	1.016	0.7342	0.266
3	-1000	0	1.016	0.7342	0.266
4	0	0	1.016	0.7342	0.266
5	1000	0	1.016	0.7342	0.266
6	1500	0	1.016	0.7342	0.266
7	2000	0	1.016	0.7342	0.266

Sumber : Hasil Analisa



**Gambar 7** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan yang memiliki tempat duduk khusus ibu hamil, anak-anak dan lansia

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 27% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 73%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga 27 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 73 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.
2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi (R)= 0.178 yang berarti bahwa hubungan lemah antara variabel biaya perjalanan (X<sub>3</sub>) terhadap variabel pemilihan moda (Y<sub>3</sub>), sedangkan untuk koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) diperoleh nilai 0.032 hal ini berarti variabel bebas dalam hal ini adalah biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 3,2% dan 96,8 % dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Semakin besar nilai R<sup>2</sup> atau mendekati nilai 1 menunjukkan ketepatan model yang telah disusun.

Model pemilihan moda dari regresi atribut biaya perjalanan dengan menambahkan fasilitas khusus berupa petugas keamanan, didapatkan model persamaan sebagai berikut:

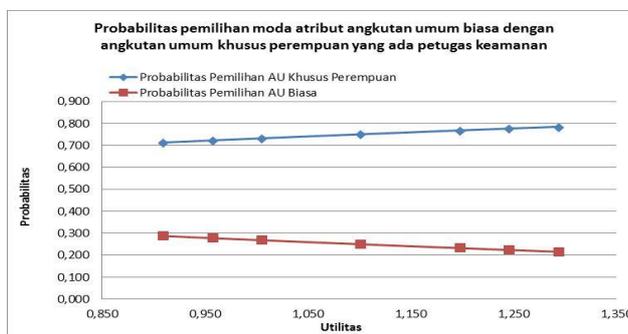
$$U_{AUP} - U_{AU} = 1,102 - 0.00009622 \Delta X_4 \dots\dots\dots(5)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_4$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 5 dan Gambar 8.

**Tabel 5** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan yang ada tugas keamanan

Ops	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Harga Tiket AU Khusus Perempuan	Harga Tiket AU Biasa			
1	-2000	0	1.294	0.785	0.215
2	-1500	0	1.246	0.777	0.223
3	-1000	0	1.198	0.768	0.232
4	0	0	1.102	0.751	0.249
5	1000	0	1.006	0.732	0.268
6	1500	0	0.958	0.723	0.277
7	2000	0	0.910	0.713	0.287

Sumber : Hasil Analisa



**Gambar 8** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih biaya perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan yang ada tugas keamanan

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 21% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 79%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga 21 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 79 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.
2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi (R)= 0.171 yang berarti bahwa hubungan lemah antara variabel biaya perjalanan (X<sub>4</sub>) terhadap variabel pemilihan moda (Y<sub>4</sub>), sedangkan untuk koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) diperoleh nilai 0.029 hal ini berarti variabel bebas dalam hal ini adalah biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 2,9% dan 97,1 % dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Semakin besar nilai R<sup>2</sup> atau mendekati nilai 1 menunjukkan ketepatan model yang telah disusun.

Model pemilihan moda dari regresi atribut waktu perjalanan didapatkan model persamaan sebagai berikut:

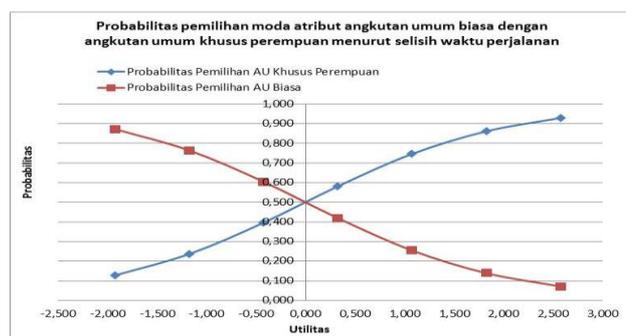
$$U_{AUP} - U_{AU} = 0,328 + 0,150 \Delta X_5 \dots\dots\dots(6)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_5$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 6 dan Gambar 9.

**Tabel 6** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih waktu perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan.

Opsis	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Waktu Perjalanan AU Khusus Perempuan	Selisih Waktu Perjalanan AU Biasa			
1	-15	0	2.578	0.929	0.071
2	-10	0	1.828	0.862	0.138
3	-5	0	1.078	0.746	0.254
4	0	0	0.328	0.581	0.419
5	5	0	-0.422	0.396	0.604
6	10	0	-1.172	0.236	0.764
7	15	0	-1.922	0.128	0.872

Sumber : Hasil Analisa



**Gambar 9** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih waktu perjalanan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Nilai konstanta pada model sebesar 0,328 dimana atribut biaya perjalanan angkutan umum biasa dibandingkan dengan angkutan umum khusus perempuan, probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 8% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 92%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga 8 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 92 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.
2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi (R)= 0.782 yang berarti bahwa hubungan kuat antara variabel biaya perjalanan (X<sub>5</sub>) terhadap variabel pemilihan moda (Y<sub>5</sub>), sedangkan untuk koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) diperoleh nilai 0,612 hal ini berarti variabel bebas dalam hal ini adalah biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 61% dan 39 % dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Semakin besar nilai R<sup>2</sup> atau mendekati nilai 1 menunjukkan ketepatan model yang telah disusun.

Model pemilihan moda dari regresi atribut frekwensi didapatkan model persamaan sebagai berikut:

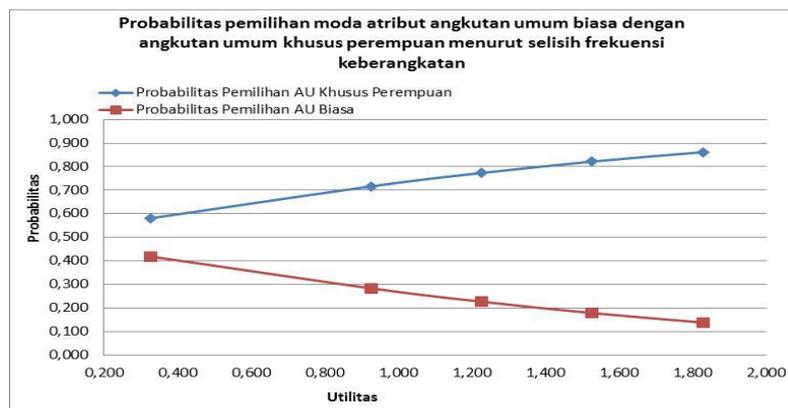
$$U_{AUP} - U_{AU} = 1,158 + 0,013 \Delta X_6 \dots\dots\dots(7)$$

Dengan memasukkan nilai  $\Delta X_6$  kedalam model persamaan didapatkan probabilitas seperti pada Tabel 7 dan Gambar 10

**Tabel 7** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan frekwensi keberangkatan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan.

Opsis	X1	X2	Utilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Khusus Perempuan	Probabilitas Pemilihan AU Biasa
	Selisih Frekwensi AU Khusus Perempuan	Selisih Frekwensi Perjalanan AU Biasa			
1	10	0	1.828	0.862	0.138
2	8	0	1.528	0.822	0.178
3	6	0	1.228	0.773	0.227
4	4	0	0.928	0.717	0.283
5	0	0	0.328	0.581	0.419

Sumber : Hasil Analisa



**Gambar 10** Probabilitas pemilihan moda berdasarkan selisih frekwensi keberangkatan antara angkutan umum biasa dan angkutan umum khusus perempuan

Dari model persamaan, Tabel dan Gambar diatas dapat diketahui bahwa:

1. Probabilitas pemilihan angkutan umum biasa sebesar 14% dan angkutan umum khusus perempuan sebesar 86%, ini berarti dari 100 orang responden perempuan yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga 14 orang menggunakan angkutan umum biasa dan 86 orang memilih menggunakan angkutan umum khusus perempuan saat selisih biaya perjalanan lebih murah 2000.
2. Jika dilihat dari hasil analisa menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $R$ )= 0.38 yang berarti bahwa hubungan kuat antara variabel biaya perjalanan ( $X_6$ ) terhadap variabel pemilihan moda ( $Y_6$ ), sedangkan untuk koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperoleh nilai 0,081 hal ini berarti variabel bebas dalam hal ini adalah biaya perjalanan menjelaskan variabel pemilihan moda sebesar 8% dan 92 % dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Semakin besar nilai  $R^2$  atau mendekati nilai 1 menunjukkan ketepatan model yang telah disusun.

### Model Persamaan

Model persamaan yang dihasilkan dari pemasangan beberapa atribut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini:

**Tabel 8** Model Persamaan

No	Model persamaan	$R^2$	R
1	$U_{AUP} - U_{AU} = 0,947 - 0.00006749 \Delta X_1$	0,011	0,104
2	$U_{AUP} - U_{AU} = 0,978 - 0.00009301 \Delta X_2$	0,023	0,151
3	$U_{AUP} - U_{AU} = 1,016 - 0. \Delta X_3$	0,032	0,178
4	$U_{AUP} - U_{AU} = 1,102 - 0.00009622 \Delta X_4$	0,029	0,171
5	$U_{AUP} - U_{AU} = 0,328 + 0,150 \Delta X_5$	0,612	0,782
6	$U_{AUP} - U_{AU} = 1,158 + 0,013 \Delta X_6$	0,081	0,380

Sumber: Hasil Analisa

Dari model persamaan diperoleh bahwa model ke 5 merupakan model persamaan yang mendekati ketepatan model dikarenakan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan koefisien korelasi (R) yang paling tinggi dibandingkan dengan model lain.

## KESIMPULAN

1. Karakteristik 300 responden yang di survei terdiri dari 30% pelajar/mahasiswa dan 36% pekerja perempuan yang melakukan aktivitas diluar rumah setiap harinya.
2. Probabilitas pemilihan moda angkutan umum khusus perempuan berdasarkan atribut selisih biaya perjalanan lebih murah 2000 dengan tidak adanya fasilitas tambahan sebesar 75%, penambahan fasilitas ber-AC 76%, tempat duduk ibu hamil, lansia dan anak-anak 73%, petugas keamanan 78%, dapat disimpulkan bahwa diantara 100 responden perempuan diatas 70% membutuhkan angkutan umum khusus perempuan. Jika dilihat berdasarkan atribut selisih waktu perjalanan lebih cepat 15 menit probabilitas pemilihan moda angkutan umum khusus perempuan 92% ketika dan berdasarkan selisih frekwensi perjalanan 10x probabilitas pemilihan moda angkutan umum khusus perempuan sebesar 86%.
3. Beberapa persamaan model yang dihasilkan dari perubahan atribut dipilih model atribut berdasarkan selisih waktu perjalanan dengan persamaan  $U_{AUP} - U_{AU} = 0,328 + 0,150 \Delta X_5$ , dimana persamaan ini yang mendekati ketepatan model.

## DAFTAR PUSTAKA

- McLafferty, Sarah. 2000, *Transportation and Minority Women.s Employment: Insights from New York*, Women.s Travel Issues Proceedings from the Second National Conference
- Murdiono, Jatmiko. 2006, Persepsi Konsumen Terhadap Pelayanan *Busway* Trans Jakarta, Jurnal Ekubank, Vol. 3.
- Prihono. 2011, Disain Layanan Kendaraan Umum untuk Wanita Berbasis *Fuzzy-Kano Quality Function Development* (QFD), Tesis Magister Teknik Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Pearmain, D. et.al. 1991, *Stated Preference Techniques, a Guide to Practice*, 2<sup>nd</sup> edition, Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.
- Tamin, Ofyar, Z. 2000, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB, Bandung
- Ubogu. 2010, *Gender and Intra-Urban Transport in Sabon-Gari Area of Zaria*, Kaduna State, Nigeria, Current Research Journal of Social Sciences 2(3): 133-137

## FAKTOR PENGARUH PEMILIHAN JARAK AKSES DARI TEMPAT TINGGAL MENUJU TEMPAT PEMBERHENTIAN BUS

**Hansen Samuel Arberto Gultom**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik

Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung

Telp: (022) 2033691 Fax: (022) 2033692  
hansengultom@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik

Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung

Telp: (022) 2033691 Fax: (022) 2033692  
vftribas@unpar.ac.id

### Abstract

Public transport stops should be planned in such a way to attract more people to use it. The purpose of this study is to examine the influencing factors to the selection of travel distance from home to bus stop. The results show that majority of users of Trans Metro Bandung travelled less than 300 meters to reach bus stop. Aspects or variables that are discussed in this study are gender, age, marital status, status at the household, household conditions, occupation, monthly expenses, monthly travel expenses, mode to reach bus stops, and luggage. The results of the analysis using ordinal logit model show that the influencing aspects of the distance from home to the bus stops are gender and mode to reach bus stops.

**Keywords:** *Trans Metro Bandung, Travel Distance, Ordinal Logit Regression*

### Abstrak

Tempat pemberhentian angkutan umum perlu direncanakan sedemikian rupa agar sebanyak mungkin masyarakat dapat menggunakannya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan jarak dari rumah menuju tempat pemberhentian. Hasil menunjukkan bahwa rentang jarak yang paling banyak ditempuh pengguna bus Trans Metro Bandung adalah kurang dari 300 meter untuk mencapai perhentian bus. Aspek atau variabel yang dibahas pada penelitian ini adalah jenis kelamin, usia, status pernikahan, kedudukan dalam rumah tangga, kondisi rumah tangga, pekerjaan, pengeluaran per bulan, pengeluaran untuk transportasi per bulan, cara menuju halte, dan barang bawaan. Hasil analisis dengan model ordinal logit menunjukkan bahwa aspek yang mempengaruhi jarak tempuh dari rumah menuju tempat pemberhentian adalah jenis kelamin responden dan cara responden menuju tempat pemberhentian.

**Kata-kata Kunci:** *Trans Metro Bandung, Jarak Tempuh, Regresi Ordinal Logit*

## PENDAHULUAN

Peningkatan kepemilikan kendaraan pribadi merupakan hasil interaksi antara peningkatan taraf hidup dan kebutuhan mobilitas penduduk pada umumnya. Di sisi lain, penggunaan kendaraan pribadi juga dapat menimbulkan efek negatif yang tidak mungkin dihindari, yaitu kemacetan (Tamin, 1997). Untuk meminimalkan efek negatif tersebut, maka berbagai upaya ditempuh agar masyarakat lebih memilih angkutan umum. Salah satu upayanya adalah pengadaan *Bus Rapid Transit (BRT)* berupa *busway* atau *buslane*. Pada sistem BRT, integrasi moda dilakukan di halte dan penumpang naik dan turun secara cepat di halte, sehingga dapat menghemat waktu perjalanan, yang akhirnya dapat meningkatkan kualitas pelayanan bus (Kusuma et al., 2007). Salah satu kota di Indonesia yang mencoba mengimplementasikan sistem BRT adalah Kota Bandung berupa Trans Metro Bandung (TMB).

Salah satu komponen penting yang dimiliki bus umum adalah tempat pemberhentian. Tyler (2002) menyebutkan bahwa dalam merencanakan sebuah tempat pemberhentian, maka harus diperhatikan dari berbagai sudut pandang. Pengemudi bus biasanya menginginkan tempat pemberhentian yang mudah dilihat, mudah untuk menghentikan bus, mudah dan

cepat dalam menaikkan dan menurunkan penumpang, serta mudah ditinggalkan saat bus berangkat, atau dengan kata lain aksesibilitas yang tinggi. Pengguna biasanya menginginkan tempat pemberhentian yang aman, nyaman, dan mudah diakses.

Penempatan halte tersebut perlu diatur sedemikian rupa agar *catchment area* (daerah layanan) dari halte tersebut dapat mencakup seluruh daerah di sekitar halte (Brustlin Inc., 2006). Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Standar Pelayanan Angkutan Umum di Indonesia, jarak untuk mencapai pemberhentian di pusat kota adalah 300 meter hingga 500 meter, sedangkan untuk daerah pinggiran kota memiliki rentang antara 500 hingga 1000 meter. *National Center for Safe Routes to School and the Pedestrian and Bicycle Information Center* (2010) menyebutkan bahwa rata-rata jarak antara tempat tinggal ke halte bus adalah 1 mil hingga 1,5 mil. Meskipun demikian, jarak itu kadang bergantung pada usia pengguna, kualitas ekonomi daerah tersebut, keamanan, dan keselamatan. Tempat pemberhentian yang dipilih juga harus seminimal mungkin melakukan penyeberangan jalan, memiliki rambu lalu lintas, memiliki trotoar, dan dapat dilewati dalam musim dingin.

Jarak dari tempat tinggal menuju tempat pemberhentian memiliki pengaruh yang kuat pada apakah orang menggunakan angkutan umum (Guerra et al, 2011). Dalam studinya, Ewing dan Cervero (2010) menemukan bahwa penurunan satu persen pada jarak tempat tinggal dengan tempat pemberhentian akan meningkatkan penggunaan angkutan umum sebesar 0,29%. Cervero (2007) menemukan juga bahwa orang California yang tinggal dalam 1,5 mil (0,8 kilometer) dari tempat pemberhentian memiliki kemungkinan empat kali lebih besar untuk menggunakan angkutan umum dibandingkan mereka yang hidup antara 1,5 mil dan tiga mil (4,8 kilometer) dari tempat pemberhentian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan tempat pemberhentian dilihat dari sisi jarak tempuh dari tempat tinggal ke tempat pemberhentian. Analisis dilakukan pada para penumpang Trans Metro Bandung.

## MODEL REGRESI ORDINAL

Analisis regresi ordinal merupakan salah satu metode statistika yang menggambarkan hubungan antara suatu variabel respon (Y) dengan lebih dari satu variabel prediktor (X), dimana variabel respon lebih dari dua kategori dan skala pengukuran bersifat tingkatan (Hosmer dan Lemeshow, 2000). Regresi ordinal digunakan untuk memodelkan hubungan antara peubah respon yang berskala ordinal dengan peubah-peubah penjelasnya (Indahwati et al, 2010). Model regresi ordinal dijelaskan dalam persamaan 1.

$$\pi(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \dots\dots\dots(1)$$

Jika diasumsikan terdapat peubah respon Y berskala ordinal dengan J kategori dan  $x' = (x_1, x_2, \dots, x_p)$  adalah vektor peubah penjelas, maka peluang dari peubah respon kategori ke-j pada peubah penjelas X tertentu dapat dinyatakan dengan  $P[Y \leq j|x] = \pi_j(x)$  dan peluang kumulatifnya dijelaskan pada persamaan 2 (Hosmer & Lemeshow 2000).

$$P[Y \leq j|x] = \pi_1(x) + \pi_j(x) = \frac{\exp(\alpha_j + \sum \beta_k x_{ik})}{1 + \exp(\alpha_j + \sum \beta_k x_{ik})} \dots\dots\dots(2)$$

*Cumulative logit models* didapatkan dengan membandingkan peluang kumulatif, yaitu peluang kurang dari atau sama dengan kategori respon ke-j pada p variabel prediktor yang dinyatakan dalam vektor  $x_i$ . Persamaan 3 menunjukkan formula *cumulative logit models* tersebut.

$$\text{Logit } P(Y \leq j | x_i) = \log\left(\frac{P(Y \leq j | x_i)}{P(Y > j | x_i)}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Jika terdapat kategori respon  $j = 0, 1, 2$ , maka nilai peluang untuk setiap kategori respon ditunjukkan dalam persamaan 4, 5, dan 6.

$$\Phi_1(x) = \frac{e^{g^1(x)}}{1 + e^{g^1(x)}} \dots\dots\dots(4)$$

$$\Phi_2(x) = \frac{e^{g^2(x)} - e^{g^1(x)}}{(1 + e^{g^2(x)})(1 + e^{g^1(x)})} \dots\dots\dots(5)$$

$$\Phi_0(x) = 1 - \Phi_1(x) - \Phi_2(x) = \frac{1}{1 + e^{g^2(x)}} \dots\dots\dots(6)$$

Pada analisis regresi ordinal terdapat lima pilihan fungsi hubung (*link function*) (lihat Tabel 1). Penggunaannya tergantung dari sebaran data yang dianalisis. Norusis (2010) menjelaskan bahwa fungsi logit digunakan pada sebagian besar sebaran data, *complementary log-log* digunakan untuk data yang mempunyai kecenderungan bernilai tinggi, *negative log-log* digunakan untuk data yang mempunyai kecenderungan bernilai rendah, probit digunakan jika peubah laten menyebar secara normal, sedangkan cauchit digunakan jika peubah laten mempunyai nilai yang ekstrim.

**Tabel 1** Fungsi Hubung Pada Regresi Ordinal (Norusis, 2010)

Fungsi Hubung	Bentuk Fungsi
Logit	$\log\left(\frac{\pi}{1 - \pi}\right)$
<i>Complementary log-log</i>	$\log(-\log(1 - \pi))$
<i>Negative log-log</i>	$-\log(-\log(\pi))$
Probit	$\phi^{-1}(\pi)$
Chauchit	$\tan(\text{phi}(\pi - 0,5))$

## PENGUMPULAN DATA

Survei tentang karakteristik penumpang dan kualitas halte Trans Metro Bandung ini dilakukan pada tahun 2011. Penyebaran kuesioner dilakukan di halte TMB yang terdapat di sepanjang Jalan Soekarno Hatta sebanyak 14 halte, yang terdiri atas tujuh halte ke arah Cibiru dan tujuh halte ke arah Cibereum.

Pada saat penelitian ini dilakukan (tahun 2011), jumlah koridor yang beroperasi hanya ada 1 (satu) koridor, yaitu rute Cibiru-Cibereum. Koridor 1 (satu) ini memiliki 14 halte (lihat Tabel 2). Seluruh halte pada koridor 1 (satu) masih berupa halte sementara (tenda) pada saat penelitian dilakukan. Halte permanen baru dioperasikan pada tahun 2012, walaupun sampai dengan sekarang pembangunan halte permanen belum selesai karena faktor dana investor.

Perubahan halte sementara menjadi halte permanen tidak mempengaruhi penelitian ini karena lokasi halte tidak berubah dan aspek yang diteliti pada penelitian ini merupakan aspek sosial demografi responden. Detail informasi mengenai studi koridor 1 (satu) TMB dapat ditemukan dalam studi tentang daerah layanan halte TMB (Adhiyasa, 2011) dan studi tentang kualitas pelayanan halte TMB (Gultom, 2011).

**Tabel 2** Nama dan Lokasi Halte Trans Metro Bandung (Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2011)

Arah	Nomor	Halte	Lokasi
Cibeureum-Cibiru	1	Elang	Jl. Rajawali
	2	Holis	Seberang Jl. Holis
	3	Caringin	Depan Showroom Honda
	4	Leuwi Panjang	Depan Dinas Perhubungan
	5	Batununggal	LPKIA
	6	Samsat	Depan STT Mandala
	7	Gedebage	Depan Pasar Gedebage
Cibiru-Cibeureum	8	Cibiru	Dekat lingkaran Jl. Cibiru
	9	Metro	Depan Perumahan Margahayu
	10	Samsat	Depan Samsat
	11	Batununggal	LPKIA
	12	Leuwi Panjang	Depan Dinas Perhubungan
	13	Caringin	Depan Pasar Caringin
	14	Holis	Depan Jl. Holis

Sejak Desember 2012, jumlah koridor yang beroperasi bertambah menjadi 2 koridor. Koridor 2 melayani rute Cicaheum-Cibereum dan memiliki 19 halte. Koridor 3 diharapkan selesai dibangun dan dapat digunakan pada tahun 2014 (Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2013). Meskipun demikian, pada kenyataannya sampai sekarang (2014) pengerjaan halte Koridor 3 belum selesai dilakukan. Koridor 3 ini akan melayani rute Cicaheum-Setrasari dengan 18 halte.

## ANALISIS DATA

Dalam analisis regresi ordinal ini akan digunakan variabel respon atau variabel terikat, yaitu frekuensi pemilihan jarak dari tempat tinggal pengguna ke tempat pemberhentian yang dituju. Untuk menentukan kelompok jarak, studi ini merujuk pada informasi dari Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2002). Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2002) menyatakan bahwa jarak paling jauh yang rela ditempuh oleh pengguna untuk mencapai halte adalah 1500 meter, yang sudah melewati batas maksimal jarak dari tempat tinggal menuju tempat pemberhentian, yaitu 500 meter. Untuk keperluan studi ini, variabel jarak ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu interval 0 – 300 meter ( $Y(0)$ ) dianggap sebagai jarak dekat, interval 301 – 600 meter ( $Y(1)$ ) dianggap sebagai jarak menengah, dan interval 601 – 1500 meter ( $Y(2)$ ) sebagai jarak jauh.

Aspek-aspek yang dipilih sebagai variabel prediktor pada penelitian ini adalah jenis kelamin, usia, status pernikahan, kedudukan dalam rumah tangga, kondisi rumah tangga, pekerjaan, pengeluaran per bulan, pengeluaran transportasi per bulan, cara menuju halte, dan barang yang dibawa saat beraktivitas. Setiap variabel tersebut kemudian diberi kode berupa variabel dummy dengan penjelasan seperti tercantum dalam Tabel 3.

**Tabel 3** Penjelasan Variabel Prediktor

Variabel	Klasifikasi	
X1	Jenis kelamin	X1(0) = Pria X1(1) = Wanita
X2	Usia	X2(0) = 30 tahun ke bawah

Variabel	Klasifikasi		
		X2(1) = Lebih dari 30 tahun	
X3	Status Pernikahan	X3(0) = Sudah menikah	
		X3(1) = Belum/pernah menikah	
X4	Kedudukan Dalam Rumah Tangga	X4(0) = Suami/Isteri	
		X4(1) = Anak/Saudara/Lainnya	
X5	Kondisi Rumah Tangga	X5(0) = Sendiri	
		X5(1) = Lebih dari satu	
X6	Pekerjaan	X6(0) = Pelajar	
		X6(1) = Semua jenis pekerjaan	
X7	Pengeluaran Per Bulan	X7(0) = Kurang dari Rp 1000000	
		X7(1) = Lebih dari Rp 1000000	
X8	Pengeluaran Untuk Transportasi Per Bulan	X8(0) = Kurang dari Rp 100000	
		X8(1) = Lebih dari Rp 100000	
X9	Cara Menuju Halte	X9(0) = Jalan kaki	
		X9(1) = Kendaraan	
X10	Barang Bawaan	X10(0) = 1 - 2 tas	
		X10(1) = lebih dari 2 tas	

### Karakteristik Sosial Demografi dan Jarak Perjalanan Menuju Halte

Tabel 4 menunjukkan klasifikasi silang dari data sosial demografi dan karakteristik perjalanan dengan jarak perjalanan yang ditempuh dari rumah menuju halte. Dari tabel dapat dilihat bahwa pada setiap aspek, jarak yang paling sering ditempuh adalah jarak 0 – 300 meter. Persentase terbesar diperoleh dari cara responden menuju tempat pemberhentian, yaitu dengan cara berjalan kaki (88%). Proporsi terkecil (73%) pada jarak 0 – 300 meter diperoleh dari kelompok responden wanita, tinggal sendiri, dan yang menggunakan kendaraan.

Untuk rentang jarak sedang, yaitu 301 - 600 meter, aspek dengan proporsi terbesar adalah responden yang tinggal sendirian (27%). Persentase terkecil (17%) diperoleh dari responden pria, berumur kurang dari 30 tahun, dan pelajar. Jarak lebih dari 600 meter paling sedikit ditempuh oleh responden untuk seluruh klasifikasi. Proporsi terbesar (4%) diperoleh dari kelompok wanita, sudah menikah, memiliki pengeluaran untuk transportasi lebih besar dari Rp 100.000, dan yang menggunakan kendaraan untuk menuju tempat pemberhentian.

**Tabel 4** Klasifikasi Silang Data Sosial Demografi Dan Frekuensi Pemilihan Jarak Halte

Klasifikasi	Proporsi Pemilihan Jarak (%)			
	0-300 m	301-600 m	601-1500 m	
Jenis kelamin	Pria	82	17	1
	Wanita	73	23	4
Usia	30 tahun ke bawah	80	17	3
	Lebih dari 30 tahun	74	24	2
Status Pernikahan	Sudah menikah	76	20	4
	Belum/pernah menikah	78	19	2
Kedudukan Dalam	Suami/Isteri	76	20	4

	Klasifikasi	Proporsi Pemilihan Jarak (%)		
		0-300 m	301-600 m	601-1500 m
Rumah Tangga	Anak/Saudara/Lainnya	78	20	2
Kondisi Rumah Tangga	Sendiri	73	27	0
	Lebih dari satu	78	19	3
Pekerjaan	Pelajar	79	17	3
	Semua jenis pekerjaan	76	22	2
Pengeluaran Per Bulan	Kurang dari Rp 1.000.000	79	18	3
	Lebih dari Rp 1.000.000	77	20	3
Pengeluaran Transportasi Per Bulan	Kurang dari Rp 100.000	79	20	1
	Lebih dari Rp 100.000	77	19	4
Cara Menuju Halte	Jalan kaki	88	12	0
	Kendaraan	73	23	4
Barang Bawaan	1 - 2 tas	77	20	2
	lebih dari 2 tas	78	19	3

### Uji Kesesuaian Model

Ghozali (2009) mengatakan bahwa uji *parallel lines* digunakan untuk menguji apakah semua kategori memiliki parameter yang sama atau tidak. Uji *parallel lines* juga dilakukan untuk mengetahui apakah model *link function* yang digunakan sesuai atau tidak. Model *link function* dapat dikatakan sesuai jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,1. Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,133, lebih besar dari 0,1. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan model *link function* logit adalah tepat.

Nilai  $-2 \log \text{likelihood}$  pada Tabel 5 digunakan untuk menilai kesesuaian model pada regresi ordinal. Model dikatakan fit jika terjadi penurunan pada nilai  $-2 \log \text{likelihood}$  dan nilai signifikansi yang lebih kecil dari nilai  $\alpha$  (Ghozali, 2009). Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai signifikansinya adalah 0,000, yang berarti lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan ( $\alpha=0.1$ ). Nilai  $-2 \log \text{likelihood}$  mengalami penurunan sebesar 17,016. Kedua hasil tersebut mengindikasikan bahwa model adalah sesuai (fit).

Selanjutnya adalah mengevaluasi besaran *Pseudo R-Squared*. Nilai ini digunakan untuk menjelaskan besarnya variasi jarak menuju tempat pemberhentian yang dapat dijelaskan oleh variasi independen. Besar persentase tersebut dapat dilihat pada nilai McFadden. Tabel 5 menunjukkan bahwa sebesar 3,5% jarak menuju tempat pemberhentian dapat dijelaskan oleh variasi variabel bebas yang ada.

Kesesuaian model dapat diuji juga dengan menggunakan *Pearson* dan *Deviance*. Model yang dihasilkan dianggap sesuai jika nilai signifikansi yang diperoleh lebih besar dari nilai  $\alpha$  (0,1). Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi dari *Pearson* dan *Deviance* lebih besar dari 0,1 yang menandakan bahwa model adalah sesuai. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun adalah baik.

### Hasil Estimasi Regresi Ordinal Logit

Hasil estimasi model regresi ordinal logit disajikan pada Tabel 5. Dari hasil estimasi didapat variabel yang signifikan berpengaruh adalah variabel X1(0) dan X9(0). Hal ini berarti bahwa aspek yang berpengaruh terhadap pemilihan jarak dari tempat tinggal menuju tempat pemberhentian adalah jenis kelamin responden (pria) dan cara responden menuju tempat pemberhentian (berjalan kaki).

Berdasarkan hasil estimasi, maka dapat dibentuk model logit untuk pemilihan jarak halte dari rumah seperti ditunjukkan dalam persamaan 7 dan 8. Model regresinya dijelaskan dalam persamaan 9 dan 10.

$$\text{Jarak } 0 - 300 \text{ meter: } g_1(x) = 0,767 - 0,447(X1(0)) - 1,011(X9(0)) \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Jarak } 301 - 600 \text{ meter: } g_2(x) = 3,139 - 0,447(X1(0)) - 1,011(X9(0)) \dots\dots\dots(8)$$

$$P[Y \leq 2 | x_1] = \frac{e^{g_1(x)}}{1 + e^{g_1(x)}} = \frac{\exp(0,767 - 0,447(\text{pria}) - 1,011(\text{berjalan kaki}))}{1 + \exp(0,767 - 0,447(\text{pria}) - 1,011(\text{berjalan kaki}))} \dots\dots\dots(9)$$

$$P[Y \leq 2 | x_2] = \frac{e^{g_2(x)}}{1 + e^{g_2(x)}} = \frac{\exp(3,139 - 0,447(\text{pria}) - 1,011(\text{berjalan kaki}))}{1 + \exp(3,139 - 0,447(\text{pria}) - 1,011(\text{berjalan kaki}))} \dots\dots\dots(10)$$

Dari hasil model regresi logit ini dapat dilihat bahwa koefisien yang dimiliki oleh variabel X1(0) (pria) dan X9(0) (berjalan kaki) adalah -0,447 dan -1,011. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua aspek ini merupakan aspek yang berpengaruh signifikan. Pria cenderung akan memilih jarak akses yang lebih pendek untuk menuju halte bus. Hal serupa ditemukan pada pengguna bus yang mencapai halte bus dengan cara berjalan. Mereka yang berjalan akan cenderung memilih lokasi bus yang lebih dekat dengan lokasi rumahnya. Untuk responden yang berjalan menuju tempat pemberhentian, temuan ini cukup masuk akal.

**Tabel 5** Hasil Pemodelan Regresi Ordinal Logit

	Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	90% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Jarak 0 - 300 m	0,767	0,172	19,896	1	0,000	0,4839	1,0494
Jarak 301 - 600 m	3,139	0,325	93,192	1	0,000	2,6044	3,6742
Jenis Kelamin	-0,447	0,245	3,326	1	0,068	-0,8494	-0,0438
Cara Menuju Halte	-1,011	0,318	10,128	1	0,001	-1,5339	-0,4886
<b>Model Fitting Information</b>			-2 Log Likelihood	<i>Chi-Square</i>	df	Sig.	
Intercept Only			45,335				
Final			28,319	17,016	2	0,000	
<b>Goodness-of-Fit</b>					<i>Chi-Square</i>	df	Sig.
Pearson					2,683	4	0,612
Deviance					4,058	4	0,398
Cox and Snell R <sup>2</sup>							0,042
Nagelkerke R <sup>2</sup>							0,059
McFadden R <sup>2</sup>							0,034
<b>Parallel Lines Test</b>			-2 Log Likelihood	<i>Chi-Square</i>	df	Sig.	
Null Hypothesis			28,319				
General			24,282	4,037	2	0,133	

## KESIMPULAN

Studi ini mempelajari jarak perjalanan pengguna bus Trans Metro Bandung menuju halte bus. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa rentang jarak yang paling sering dipilih oleh responden adalah tempat pemberhentian dengan jarak 300 meter atau kurang. Hal ini dapat dimengerti dan sesuai dengan hasil studi lainnya. Studi ini menemukan pula bahwa

tempat pemberhentian yang jauh (lebih dari 600 meter dari lokasi rumah) adalah rentang jarak akses yang paling sedikit dipilih oleh responden, baik untuk seluruh kelompok sosial demografi.

Studi ini juga mengeksplorasi faktor yang mempengaruhi jarak akses menuju halte bus TMB. Hasil model regresi ordinal logit menunjukkan bahwa aspek yang mempengaruhi pemilihan jarak menuju halte secara signifikan adalah pria dan responden yang berjalan kaki untuk menuju tempat pemberhentian. Model menunjukkan bahwa pengguna bus pria dan yang berjalan kaki cenderung untuk memiliki lokasi halte yang lebih dekat dari lokasi rumahnya.

Berdasar studi ini maka dapat disampaikan saran untuk penelitian lebih lanjut. Studi yang mendalami faktor pemilihan lokasi halte perlu dikembangkan untuk halte perhentian angkutan publik lainnya. Hal ini sangat berguna untuk mengembangkan standar yang sesuai dengan kondisi lokal. Studi lain yang sejalan adalah melakukan studi kualitas akses menuju tempat perhentian angkutan publik. Salah satunya adalah kontur dari lokasi rumah menuju lokasi tempat perhentian.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Studi ini didanai oleh *The International Research Group-10: Sustainable Neighborhood Transportation to Improve the Quality of Life in Developing Cities, Eastern Asia Society of Transport Studies*. Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Steven Thema, Satya Adhiyasa, dan Fernandes Billy atas bantuannya dalam pengumpulan data serta kepada Prayoga Hadi dan Muhamad Rizki atas masukannya.

## **REFERENSI**

- Adhiyasa, S. (2011), "Evaluasi Daerah Layanan pada Halte Trans Metro Bandung", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.
- Brustlin Inc. (2006), "Design, Operation, and Safety of At-Grade Crossings of Exclusive Busways", *Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 117*, Washington, D.C.
- Cervero, R. (2007), "Transit Oriented Development's Ridership Bonus: A Product of Self-selection And Public Policies", *Environment and Planning A*, 39, no. 9: 2068–2085.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. (2002), "Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur", Departemen Perhubungan RI, Jakarta, Indonesia.
- Ewing, R., dan Cervero, R. (2010), "Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis", *Journal of the American Planning Association*, 76, no. 3: 265-294.
- Guerra, E., Cervero, R., dan Tischler, D. (2011), "The Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments?" *Institute Of Transportation Studies*, University of California, Berkeley.
- Gultom, H.S.A. (2011), "Kualitas Pelayanan Halte Trans Metro Bandung", Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.
- Hosmer D.W. dan Lemeshow S. (2000). "Applied Logistic Regression. 2<sup>nd</sup> Edition", New York: John Wiley and Sons.

- Hox J. (2002), "Multilevel Analysis Techniques and Applications", *New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.*
- Indahwati, K.D., Maena, I. (2010), "Aplikasi Regresi Logistik Ordinal Multilevel Untuk Pemodelan Dan Klasifikasi Huruf Mutu Mata Kuliah Metode Statistika", *Forum Statistika dan Komputasi, Vol. 15 No. 2: 23-31.*
- Kusuma G. P., Santosa W., Sutandi A. C., dan Joewono T. B. (2007), "Estimasi Pelayanan Operasional Bus Lane di Bandung", *Jurnal Transportasi Vol. 7 No. 2: 127-136.*
- National Center for Safe Routes to School and the Pedestrian and Bicycle Information Center (2010), "Selecting School Bus Stop Locations: A Guide for School Transportation Professionals", University of North Carolina.
- Norusis MJ. 2010. SPSS Statistics Guides: Ordinal Regression. [http://www.norusis.com/pdf/ASPC\\_v13.pdf](http://www.norusis.com/pdf/ASPC_v13.pdf) [20 Agustus 2010].
- Tamin, O.Z. (1997), "Upaya-Upaya untuk Mengatasi Masalah Transportasi Perkotaan", *Majalah Ilmiah Analisis Sistem, BPPT*, No. 9, Tahun IV, 1997, hal. 33-45.
- Tyler, N. (2002), "Accessibility and The Bus System, from Concepts to Practice", *Accessibility Research Group, Center for Transport Studies*, University College London, UK.

## STUDI PEMANFAATAN WAKTU PERJALANAN DI DALAM ANGKUTAN UMUM DI INDONESIA

### Yosritzal

Staff  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496  
[yosritzal@gmail.com](mailto:yosritzal@gmail.com)

### Bayu Martanto Adji

Staff  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496  
[bayu@ft.unand.ac.id](mailto:bayu@ft.unand.ac.id)

### Revi Andika

Mahasiswa  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496

### Feri Novrizal

Mahasiswa  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Andalas  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496

### Abstract

In conventional travel time studies, the time spent travelling was considered as a wasted time because people the objective of travelling is to arrive and conduct intentional activities at the destination. However, the widespread ownership of personal information and communication technology devices in recent decade has been giving opportunity for travellers to carried out a more productive and enjoyable activities on-board. Researchers found that the use of travel time influences the perception and value of travel time of travellers. This paper presents the findings of a study on how travellers spent their time on-board of public transport in Indonesia. The method used in data collection was focus group discussion.

### Abstrak

Dalam penelitian-penelitian waktu perjalanan konvensional, waktu yang dihabiskan selama dalam perjalanan dianggap sebagai waktu terbuang karena tujuan dari perjalanan adalah untuk sampai dan melakukan aktifitas yang diinginkan di tempat tujuan. Namun, tersebar luasnya kepemilikan teknologi informasi dan komunikasi perorangan telah memberikan kesempatan kepada pelaku perjalanan untuk melakukan aktifitas yang produktif dan menyenangkan selama dalam perjalanan. Para peneliti menemukan bahwa dimanfaatkannya waktu perjalanan untuk aktifitas produktif dan menyenangkan dapat mempengaruhi persepsi dan nilai waktu. Makalah ini menampilkan hasil studi mengenai pemanfaatan waktu perjalanan di atas angkutan umum di Indonesia. Metoda yang digunakan dalam pengumpulan data adalah metoda diskusi kelompok terarah (focus group discussion).

*Kata kunci:* waktu perjalanan, aktifitas, angkutan umum

## LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi komunikasi memungkinkan orang terutama di negara-negara maju untuk melakukan aktifitas produktif selama dalam perjalanan sehingga waktu tidak hilang percuma. Aktifitas-aktifitas tersebut ternyata mempengaruhi persepsi mereka terhadap durasi perjalanan (Yosritzal et al., 2012). Sejauh ini dampak aktifitas selama dalam perjalanan tersebut terhadap persepsi pengguna mengenai tingkat pelayanan angkutan umum masih belum mendapat perhatian dari para peneliti. Oleh karena itu, penelitian ini akan diarahkan untuk dapat menjawab pertanyaan berikut: “Apakah kemajuan teknologi

komunikasi juga mempengaruhi persepsi pengguna terhadap tingkat pelayanan angkutan umum?”

## **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menyediakan bukti empiris penggunaan waktu perjalanan secara produktif di Indonesia khususnya Kota Padang.
2. Menyelidiki pengaruh aktifitas selama dalam perjalanan tersebut terhadap persepsi atas tingkat pelayanan angkutan umum.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa saran sehubungan dengan dampak penggunaan waktu perjalanan tersebut kepada pengambil kebijakan di pemerintahan, operator angkutan umum dan masyarakat pengguna untuk memperbaiki persepsi mengenai tingkat pelayanan angkutan umum sehingga diharapkan dapat meningkatkan penggunaan angkutan umum dibanding kendaraan pribadi.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Kemajuan teknologi terutama dibidang telekomunikasi dan multimedia yang ditandai dengan tersebar luasnya kepemilikan terhadap laptop, smartphone, tablet dan multimedia player telah memperbesar kemungkinan waktu perjalanan untuk dimanfaatkan bagi kegiatan yang lebih produktif dan menyenangkan. Jika pada waktu lampau, waktu perjalanan umumnya dihabiskan dengan bercengkerama atau membaca koran, belakangan ini banyak yang memanfaatkannya untuk melakukan aktifitas kantor seperti membaca dan menulis e-mail untuk bisnis, berbelanja secara on-line, menyelesaikan penulisan presentasi, dan menulis laporan (Lyons et al., 2007). Data menunjukkan terjadinya peningkatan yang significant trend penggunaan waktu perjalanan secara produktif ini seiring dengan semakin beragamnya teknologi yang bisa digunakan selama dalam perjalanan sehingga perjalanan terasa lebih menyenangkan (Lyons et al., 2013).

Fenomena ini telah mendorong sebagian peneliti untuk mengkritisi teori yang mengasumsikan bahwa waktu perjalanan adalah waktu terbuang (*wasted time*) sehingga seluruh kebijakan dan investasi dibidang transportasi diarahkan untuk mengurangi waktu perjalanan tersebut (Lyons dan Urry, 2005; Mokhtarian et al., 2001; Metz, 2008) . Lyons dan Urry (2005) berpendapat bahwa penggunaan ‘penghematan waktu’ (time saving) sebagai komponen utama dalam menilai proposal proyek transportasi yang umumnya berlaku di dunia adalah tidak tepat karena angka yang digunakan dalam perhitungan adalah kuantifikasi nilai waktu dalam satuan mata uang dengan asumsi bahwa waktu perjalanan adalah waktu terbuang sia-sia. Menurut Mokhtarian et al. (2001), kebutuhan akan transportasi bukanlah murni ‘kebutuhan turunan’ karena ada tiga manfaat yang bisa diperoleh melalui perjalanan yakni manfaat berupa perpindahan dari satu lokasi asal ke lokasi tujuan, manfaat selama dalam perjalanan serta manfaat sehubungan dengan aktifitas yang dilaksanakan di lokasi tujuan.

Hal ini mempertegas bahwa waktu yang dihabiskan dalam perjalanan bukanlah waktu yang sia-sia melainkan waktu yang dapat dimanfaatkan untuk aktifitas lainnya seperti yang ditemukan dalam beberapa penelitian di UK (selengkapnya bisa dibaca di Lyons et al., 2007; Lyons et al., 2013; Jain and Lyons (2008); Russell (2011); Yosritzal et al. (2012)).

Lebih jauh, Metz (2008) menganggap penggunaan jumlah waktu yang bisa dihemat sebagai nilai manfaat dari suatu proyek transportasi adalah menyedatkan karena dalam kenyataan sehari-hari, waktu yang berhasil dihemat dalam suatu perjalanan justru akan dimanfaatkan untuk melakukan perjalanan lainnya sehingga secara global total perjalanan yang terjadi tetaplah sama. Di UK, kiritikan-kritikan terhadap metoda yang paling tepat dalam menilai sebuah usulan proyek transportasi ini mendapat respon positif dari Department for Transport (DfT) UK dengan memfasilitasi berbagai debat nasional yang melibatkan pakar-pakar dibidangnya. DfT juga mensponsori penelitian-penelitian terkait, salah satu diantaranya adalah Fikling et al. (2009) yang merekomendasikan penurunan 'nilai waktu' sebagai akibat dari adanya fenomena penggunaan waktu perjalanan secara produktif oleh sebagian pelaku perjalanan.

Yosritzal et al. (2012) telah mengkaji kaitan antara aktifitas pelaku perjalanan dan pemanfaatan teknologi multimedia seperti laptop, smartphone, tablet selama dalam perjalanan terhadap persepsi mereka mengenai durasi perjalanan yang sudah ditempuh. Jika pada tahun 1980-an, Wilson (1983) menemukan bahwa durasi waktu perjalanan terasa lebih lama dari waktu yang sebenarnya, maka di era informasi ini persepsi terhadap waktu perjalanan menjadi lebih bervariasi. Ettema dan Verschuren (2007) menemukan bahwa waktu terasa lebih singkat ketika mendengarkan musik selama perjalanan yang berimbas kepada rendahnya nilai waktu perjalanan. Senada dengan hal itu, Lyons et al. (2007) juga menemukan bahwa orang yang menggunakan alat elektronik seperti laptop dan tablet selama dalam perjalanan merasa bahwa waktu perjalanan terasa lebih singkat. Yosritzal et al. (2012) menemukan bahwa estimasi waktu perjalanan yang sudah ditempuh oleh orang yang menggunakan alat elektronik seperti laptop, smarttphone dan tablet ternyata lebih tinggi dibanding mereka yang tidak menggunakan alat tersebut selama dalam perjalanan. Hal ini diduga erat kaitannya dengan produktifitas yang dicapai selama perjalanan sehingga mereka merasa sudah bekerja cukup lama, padahal waktu yang dihabiskan lebih rendah dari yang mereka perkirakan. Hal ini didukung oleh temuan Jain and Lyons (2008) yang menemukan bahwa waktu perjalanan bagi sebagian orang adalah waktu bekerja lebih produktif tanpa interupsi dari rekan kerja seperti ketika di kantor.

Wacana pengaruh aktifitas selama perjalanan dalam kaitannya dengan kemajuan teknologi tersebut sejauh ini masih berkuat tentang persepsi waktu perjalanan dan pengaruhnya terhadap nilai waktu dan manfaat dari suatu proyek transportasi. Menurut penulis, kajian terhadap pengaruh aktifitas selama perjalanan juga diarahkan kepada penilaian kinerja angkutan umum dan peningkatan kualitas perjalanan yang dirasakan oleh pengguna. Penelitian ini menjadi sangat penting untuk dilakukan dewasa ini terutama di Indonesia mengingat penggunaan angkutan umum belumlah menjadi prioritas bagi kalangan yang mampu memiliki kendaraan pribadi. Kebanyakan alasan yang disampaikan adalah rendahnya kualitas pelayanan dari angkutan umum tersebut. Dari perspektif penulis berdasarkan hal-hal yang dipaparkan di atas, ada kesempatan untuk merubah cara berpikir masyarakat dari menggunakan kendaraan pribadi menjadi kendaraan umum karena waktu perjalanan bisa dimanfaatkan secara lebih produktif.

## **METODOLOGI**

Pengumpulan data untuk penelitian ini didahului dengan *focus group discussion* (FGD) terhadap berbagai segmen pengguna angkutan umum seperti pelaku perjalanan bisnis, mahasiswa, dan komuter. FGD adalah merupakan salah satu metoda penelitian eksploratif dimana sekelompok kecil peserta diskusi diberikan kesempatan untuk berdiskusi secara

bebas terkait topik tertentu dibawah arahan moderator dan dibantu oleh seorang notulen. Berdasarkan hasil FGD tersebut, akan disusun faktor-faktor yang mempengaruhi pemanfaatan waktu perjalanan oleh pelaku perjalanan berikut kendala yang dihadapi dan usulan perbaikan layanan untuk meningkatkan potensi penggunaan waktu perjalanan tersebut.

## PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dari semua kelompok diskusi yang direncanakan, telah terlaksana dua kali diskusi kelompok yakni untuk kategori mahasiswa dan kategori dosen. Sedangkan untuk kategori masyarakat umum ditiadakan karena terkendala waktu. Respon dari masyarakat secara umum akan dijaring melalui kuisisioner.

Karakteristik peserta FGD disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik peserta FGD

No.	Initial	Umur	Pekerjaan
Group 1 Kategori Mahasiswa			
1	Sf	23	Mahasiswa S1 FH-UNES angkatan 2011
2	RR	23	Mahasiswa S1 FU-IAIN IB angkatan 2009
3	NJ	26	Mahasiswa S2 FTb-IAIN IB angkatan 2013
4	APEV	26	Mahasiswa S2 FSy-IAIN IB angkatan 2012
5	JD	23	Mahasiswa S1 FT-Unand angkatan 2009
6	AHP	23	Mahasiswa S1 FT-Unand angkatan 2009
7	NP	23	Mahasiswa S1 FT-Unand angkatan 2009
8	Pj	24	Mahasiswa S1 FT-Unand angkatan 2008
9	NIA	23	Mahasiswa S1 FT-Unand angkatan 2009
Group 2 Kategori Dosen			
1	AN	40	Dosen JTS
2	RK	45	Dosen JTE
3	HG	53	Dosen JTS
4	FB	50	Dosen JTS

Diskusi ini dipandu oleh seorang moderator dan seorang juru catat. Untuk menjamin kelengkapan catatan diskusi, maka sebuah alat perekam juga digunakan untuk merekam perjalanan diskusi sampai selesai.

Berdasarkan hasil diskusi, ditemukan faktor-faktor yang diharapkan ada pada layanan angkutan umum oleh peserta diskusi yakni:

1. Kenyamanan
2. Biaya
3. Ketepatan waktu
4. Pemandangan di luar jendela
5. Keleluasaan ruang di tempat duduk
6. Ketersediaan musik yang menemani perjalanan
7. Pelayanan dari petugas
8. Kecepatan sampai ke lokasi tujuan
9. Keunikan

Berbeda dengan temuan dari Yosritzal (2014) dan kelompok dosen, faktor yang dianggap penting oleh peserta mahasiswa bukanlah ongkos dan jadwal keberangkatan. Hal ini dapat dipahami karena pada umumnya mahasiswa melakukan perjalanan dengan angkutan umum dalam kota yang ongkosnya cukup rendah dan frekuensi keberangkatan bus yang cukup tinggi.

Sementara itu, terkait dengan kesempatan melakukan aktifitas yang dilakukan selama dalam perjalanan, peserta diskusi mengaku melaksanakan kegiatan tergantung jarak perjalanan sebagai berikut:

1. Untuk perjalanan jarak jauh kegiatan yang dilakukan antara lain: makan, minum, merokok.
2. Untuk perjalanan jarak sedang kegiatan yang dilakukan adalah: on-line di sosial media, membaca buku, dan membaca berita on-line melalui smartphone.
3. Untuk perjalanan jarak dekat umumnya diisi dengan membaca/mengirim pesan singkat, menelpon atau mengobrol dengan teman sebangku.
4. Khusus untuk perjalanan wisata, mendengarkan musik sambil menikmati pemandangan diluar jendela lebih disukai.

Munculnya aktifitas on-line di media sosial dapat dipahami karena hampir semua orang dewasa saat ini memiliki smartphone yang terkoneksi dengan internet sehingga dapat mengakses sosial media on-line dengan mudah. Terkait dengan apakah tujuan dari aktifitas yang dilakukan selama dalam perjalanan tersebut, peserta menjawab:

1. Supaya tidak bosan
2. Agar perjalanan terasa lebih singkat
3. Untuk menambah wawasan
4. Supaya waktu tidak terbuang percuma
5. Untuk menyelesaikan pekerjaan yang tertunda seperti memeriksa hasil ujian mahasiswa dan mempersiapkan bahan ajar.

Melihat alasan yang dikemukakan, kemungkinan besar aktifitas tersebut bukanlah sebuah kebutuhan melainkan hanya pengisi waktu atau sebagai kegiatan selingan. Berbeda dengan temuan di Inggris baik oleh Lyons et al. (2007) maupun oleh Yosritzal et al. (2012), aktifitas selama dalam perjalanan adalah aktifitas yang memang sudah direncanakan oleh sebagian pelaku perjalanan terutama pelaku perjalanan bisnis untuk mempersiapkan file presentasi, mereview dokumen atau menyelesaikan pekerjaan kantor yang terbengkalai.

Jain and Lyons (2008) menemukan bahwa waktu perjalanan adalah ibarat sebuah hadiah atau tambahan waktu yang dapat dimanfaatkan untuk menyenangkan diri seperti berhias, membaca buku atau majalah favorit dan mengkhayal. Kegiatan tersebut sulit dapat terlaksana pada waktu lain karena kesibukan di kantor ataupun gangguan dari orang lain seperti keluarga, teman kantor dan hewan peliharaan. Hal ini sepertinya masih sulit ditemukan di Indonesia karena kenyamanan angkutan umum masih jauh dari yang diharapkan. Peserta diskusi mengaku bahwa kenyamanan dan keamanan angkutan, perilaku sopir yang ugal-ugalan, adanya penumpang yang mabuk darat, serta suara bayi yang menangis sangat mengganggu konsentrasi mereka dalam beraktifitas sehingga mereka lebih cenderung untuk waspada dan berharap segera sampai ke lokasi tujuan. Di samping kendala tersebut, kondisi cuaca yang panas dan gerah, terputusnya sinyal seluler dan kehabisan tenaga batrai di gadget mereka juga menghalangi mereka untuk meneruskan aktifitas tersebut.

Hal berikut ini merupakan usulan dari peserta diskusi mengenai hal-hal yang harus diperbaiki dari pelayanan angkutan umum di Sumatera Barat khususnya:

1. Tingkat kenyamanan
2. Ganti angkutan yang tidak layak pakai
3. Tingkatkan keamanan dan hilangkan tindakan kriminal di angkutan umum seperti pelecehan seksual dan copet.
4. Penertiban angkutan liar
5. Sediakan terminal
6. Tarif disesuaikan dengan kemampuan
7. Halte yang lebih baik

Dari usulan yang disampaikan, diduga peserta diskusi masih belum menempatkan aktifitas selama dalam perjalanan sebagai salah satu alasan untuk naik angkutan umum. Beberapa usulan memang ada kaitan dengan kemudahan melakukan aktifitas dalam perjalanan seperti perbaikan tingkat kenyamanan dan keamanan, namun seperti yang dituturkan oleh sebagian peserta diskusi, bahwa angkutan umum di Indonesia masih jauh dari harapan.

## **TINDAK LANJUT PENELITIAN**

Menindaklanjuti hasil penelitian ini, suatu eksplorasi lebih jauh mengenai pemanfaatan waktu perjalanan di angkutan umum direncanakan akan dilaksanakan melalui sebaran kuisioner yang menysasar pengguna angkutan umum. Potensi penggunaan waktu perjalanan dan dampaknya terhadap kebijakan angkutan umum di Indonesia akan diselidiki.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian dan analisis hasil diskusi di atas, ternyata aktifitas selama dalam perjalanan di Indonesia jauh berbeda dengan aktifitas di angkutan umum di luar negeri terutama di negara maju. Di Indonesia, aktifitas di sosial media menjadi lebih dominan sementara di luar negeri aktifitas membaca dan mengerjakan pekerjaan kantor menjadi lebih dominan terutama bagi pelaku perjalanan bisnis. Meskipun data ini masih sangat terbatas dari kelompok mahasiswa dan dosen saja, namun secara umum hal ini memang dapat disaksikan dalam kehidupan sehari-hari. Aktifitas selama dalam perjalanan bukanlah sebuah kegiatan yang direncanakan, namun lebih kepada kegiatan pengisi waktu. Penyebab kurang menariknya aktifitas produktif seperti mengerjakan pekerjaan kantor selama perjalanan barangkali karena kurangnya rasa nyaman, ruang yang terlalu sempit serta ancaman keselamatan baik dari kecelakaan maupun dari gangguan penjahat. Hal penganggu ini harus menjadi perhatian utama bagi operator dan pemerintah terkait.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

Penelitian ini terlaksana atas biaya Program Penelitian Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kontrak No. 037/PL/SPK/PNP/FT-Unand/2014.

## REFERENSI

- Ettema, D. and Verschuren, L. (2007) 'The effect of multi-tasking on the value of travel time savings', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (Volume 2010/2007), pp. 19-25.
- Fickling, R., Gunn, H., Kirby, H. R., Bradley, M. and Heywood, C. (2009) *Productive Use of Rail Travel Time and the Valuation of Travel Time Savings for Rail Business Travellers*. [Online]. Available at: <http://www.dft.gov.uk/publications/productive-use-of-travel-time/>.
- Jain, J. and Lyons, G. (2008) 'The gift of travel time', *Journal of Transport Geography*, 16(2), pp. 81-89.
- Lyons, G., Jain, J. and Holley, D. (2007) 'The use of travel time by rail passengers in Great Britain', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), pp. 107-120.
- Lyons, G., Jain, J., Susilo, Y., and Atkins, S. (2013) 'Comparing rail passengers' travel time use in Great Britain between 2004 and 2010', *Mobilities*, 8:4, 560-579, DOI:10.1080/17450101.2012.743221.
- Lyons, G. and Urry, J. (2005) 'Travel time use in the information age', *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, 39(2-3), pp. 257-276.
- Metz, D. (2008) 'The Myth of Travel Time Saving', *Transport Reviews*, 28: 3, pp. 321-336.
- Mokhtarian, P., Salomon, I. and Redmond, L. S. (2001) 'Understanding the demand for travel: It's not purely 'derived'', *Innovation*, 14(4).
- Russell, M. (2011) 'Watching passengers: Using structured observation methods on public transport', *UTSG Annual Conference*. Open University, Milton Keynes.
- Wilson, T. K. (1983) *The Generalised Cost of Travel Involving Interchange*. University of Newcastle Upon Tyne.
- Yosritzal, Dissanayake, D., and Bell, M. (2012) 'Is technology influencing the perception of time? Experience of train travellers', the 44<sup>th</sup> Annual UTSG Conference Proceeding, Aberdeen (4-6 January 2012).
- Yosritzal, Syafrudin, A., dan Widodo, P. (2001) 'Model pemilihan dan tingkat kebutuhan taksi di Kota Padang', *Jurnal Teknik Sipil ITB*.
- Yosritzal (2007) 'Paradigma baru angkutan kota di Kota Padang', Prosiding simposium FSTPT.
- Yosritzal (2014) 'The role of technology in influencing the perception and value of travel time by rail', PhD thesis, Newcastle University, UK.

## EVALUASI KINERJA ANGKUTAN UMUM JENIS LYN DAN KEBIJAKAN PENANGANANNYA DI KABUPATEN SIDOARJO

**Dadang Supriyatno**  
Program Studi DIII Transportasi  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik –  
Universitas Negeri Surabaya  
Jln. Ketintang Kampus Unesa, Surabaya  
Telp: 081330614567  
[dadang.supriyatno@gmail.com](mailto:dadang.supriyatno@gmail.com)

**Ari Widayanti**  
Program Studi DIII Transportasi  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik –  
Universitas Negeri Surabaya  
Jln. Ketintang Kampus Unesa, Surabaya  
Telp: 08155613917  
[ari\\_wid@yahoo.co.id](mailto:ari_wid@yahoo.co.id)

### Abstract

Public transport is extremely important to support the activities of the community. With the disaster in Sidoarjo in Lapindo mud, then it will have an impact on travel patterns and community activity going on. Performance of public transport services in Sidoarjo shows frequency of less well under the average of 6 vehicles/hour, headway/time between above average 10 minutes, under 70% load factor, the average speed is below 30 km/h as well as travel time travel an average of under 60 minutes. Low load factors will result in declining revenue vehicle operator implies welfare decline mainly on a lonely stretch of public transport passengers.

Public transport service system should be based on a route in accordance with the Department of transportation on the route permit Sidoarjo. Things happen on the field about 20% of the routes serving the route does not match the permit number, and also some of the fleet does not operate, let alone the routes leading into the area because of declining passenger numbers Porong as a result of disastrous mud Lapindo. In this case the required public transport route network tailored to map the impact and development of Lapindo mud road network already and will be built in the area of Sidoarjo are tailored to the development of the region.

**Keywords:** *public transport, performance evaluation and policy responses.*

### Abstrak

Angkutan umum sangat penting untuk mendukung aktivitas masyarakat. Dengan adanya bencana lumpur Lapindo di Sidoarjo, maka akan berdampak pada aktivitas masyarakat dan pola perjalanan yang terjadi. Kinerja pelayanan angkutan umum di Kabupaten Sidoarjo menunjukkan frekuensi kurang baik yaitu rata-rata dibawah 6 kendaraan/jam, *headway*/waktu antara rata-rata di atas 10 menit, faktor muat dibawah 70%, kecepatan rata-rata dibawah 30 km/jam serta waktu tempuh perjalanan rata-rata dibawah 60 menit. Faktor muat yang rendah akan berakibat menurunnya penghasilan operator kendaraan yang berimplikasi pada penurunan kesejahteraan terutama pada trayek angkutan umum yang sepi penumpang.

Sistem pelayanan angkutan umum seharusnya mengacu pada rute sesuai dengan ijin trayek pada Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo. Hal yang terjadi di lapangan sekitar 20% rute trayek melayani tidak sesuai dengan ijin trayek, selain itu juga beberapa armada yang tidak beroperasi, apalagi trayek yang menuju ke daerah Porong karena menurunnya jumlah penumpang sebagai akibat bencana lumpur Lapindo. Dalam hal ini diperlukan jaringan trayek angkutan umum yang disesuaikan dengan peta dampak lumpur Lapindo dan perkembangan jaringan jalan yang sudah dan akan dibangun di daerah Kabupaten Sidoarjo yang disesuaikan dengan pengembangan wilayah.

**Kata Kunci:** *angkutan umum, evaluasi kinerja dan kebijakan penanganannya.*

## PENDAHULUAN

Permasalahan angkutan umum berbeda untuk kawasan perkotaan. Di kawasan perkotaan, masalah kemacetan lalu lintas, penumpukan armada yang tidak disertai dengan faktor muat yang mencukupi dan menguntungkan. Pada pihak lain, permasalahan angkutan umum di

kawasan *sub urban*, membutuhkan pengembangan yang jelas berdasarkan kebutuhan pengguna yakni pelaku perjalanan. Hal ini harus mempertimbangkan aspek perkembangan aktivitas dan mobilitas masyarakat, seiring dengan pengembangan kawasan dalam mendukung aktivitas perekonomian masyarakat.

Kabupaten Sidoarjo sebagai salah satu kabupaten berkembang di Provinsi Jawa Timur. Pada saat ini ada hal yang menghambat perkembangan wilayah, karena adanya kondisi yang harus dihadapi oleh masyarakat Sidoarjo pada khususnya yakni bencana Lumpur Lapindo Sidoarjo yang terjadi sejak bulan Mei 2006, yang berakibat sebagian wilayah yang terdampak bencana terendam lumpur. Selain itu saat ini juga sudah terjadi perkembangan dan penambahan jaringan jalan raya dan jalan tol baru, pertumbuhan kawasan pusat aktivitas masyarakat, pertumbuhan kawasan perumahan dan permukiman seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan tingkat penghasilan. Tentunya hal ini akan berdampak pada potensi pergerakan masyarakat yang dibagi menjadi 2 golongan yaitu *Choice User* dan *Captive User*.

*Choice User*/golongan pilihwan adalah golongan yang dapat memilih angkutan dalam melakukan perjalanan, antara menggunakan angkutan pribadi atau angkutan umum. *Captive User*/golongan paksawan adalah golongan yang terpaksa menggunakan angkutan umum karena keterbatasan dalam hal aspek fisik, finansial dan legalitas (Warpani, 2000). Pada negara sedang berkembang, persentase golongan *Captive User* lebih besar dari *Choice User*. Oleh karena itu angkutan umum merupakan sarana yang tetap diperlukan dalam menunjang aktivitas masyarakat.

Kabupaten Sidoarjo menyediakan beberapa jenis angkutan umum yang beroperasi, dan yang paling banyak beroperasi adalah angkutan umum jenis lyn dengan kapasitas 12 penumpang/unit armada. Dalam meninjau perkembangan yang terjadi saat ini dirasa perlu untuk melakukan evaluasi kinerja operasional angkutan umum yang beroperasi di Kabupaten Sidoarjo. Dari data dan pengamatan pendahuluan pada wilayah studi, potensi angkutan umum yang beroperasi di Kabupaten Sidoarjo terdiri dari 15 trayek yang menyebar di seluruh wilayah Kabupaten Sidoarjo.

Dari 15 trayek yang ada, terdapat beberapa trayek yang berpotensi melalui daerah yang macet seperti daerah Sedati, daerah pabrik dan industri. Kemacetan terjadi secara khusus pada jam-jam peak hour yaitu pagi hari jam 06.00 – 10.00 WIB, siang hari jam 11.00 – 13.00 WIB serta sore hari jam 16.00 – 18.00 WIB.

Oleh sebab itu perlu ditinjau beberapa perkembangan yang terjadi mencakup jaringan jalan arteri baru, perkembangan wilayah serta pusat bangkitan dan tarikan perjalanan. Perekonomian wilayah Jawa Timur juga terpengaruh dengan adanya bencana Lumpur Lapindo. Banyak masyarakat yang kehilangan mata pencaharian, tempat tinggal, penurunan harga tanah dan bangunan yang ada di sekitarnya. Belum lagi efek secara psikologis yaitu terpengaruh oleh ketakutan terkena limpahan lumpur maupun dampak yang ditimbulkannya. Usaha yang sudah dilakukan oleh Pemerintah Propinsi Jawa Timur sudah secara nyata dilakukan, diantaranya dengan dibangunnya jalan arteri baru. Dengan adanya penambahan jaringan jalan yang baru, bagaimana efeknya terhadap kinerja angkutan umum di Kabupaten Sidoarjo?

Bagaimana kebijakan penanganan yang tepat dilakukan untuk mengembangkan angkutan umum supaya dapat lebih baik melayani masyarakat dalam aktivitas sehari-hari?

## DISKUSI

### Data dan Analisis

Sesuai dengan hasil wawancara dan pengamatan di lapangan, di wilayah Kabupaten Sidoarjo terdapat 6 terminal yang merupakan lokasi awal dan akhir perjalanan angkutan umum, yang dipresentasikan dalam tabel berikut ini.

**Tabel 1.** Terminal dan Jumlah Trayek Angkutan Umum di Kabupaten Sidoarjo

No.	Trayek Angkutan	Jumlah Trayek Angkutan Umum
1.	Terminal Krian	6
2.	Terminal Porong	9
3.	Terminal Larangan	7
4.	Terminal Taman	12
5.	Terminal Wadungasri	4
6.	Terminal Sukodono	6

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo (2014)

Berikut ini ditampilkan kondisi armada angkutan umum yang beroperasi di Kabupaten Sidoarjo.



**Gambar 1.** Kondisi Angkutan Umum Jenis Lyn di Kabupaten Sidoarjo

### Kondisi operasional

Kinerja angkutan umum dapat ditinjau dari faktor muat statis dan dinamis, *headway*, frekuensi, waktu tempuh perjalanan, kecepatan dan *availability* (Abubakar, 1998). Dalam hal ini analisis terhadap kinerja angkutan umum yang beroperasi di Kabupaten Sidoarjo dapat dirangkum dalam tabel berikut ini.

**Tabel 2.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Krian

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	HG	Faktor Muat Statis	56%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	24%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	6 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	10 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
2.	HB	Waktu Tempuh	54 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak ideal
		Faktor Muat Statis	57%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	25%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	7 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	6 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	51 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	22 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	29%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	25%	70%	Tidak Ideal
3.	KC	<i>Headway</i>	15 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	4 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	62,5 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	23 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	25%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	28%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	36 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	4 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	52 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
4.	HN	Faktor Muat Statis	53%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	8%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	30 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	4 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	57,5 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	27%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	22%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	11 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	4 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
6.	KM	Waktu Tempuh	57,5 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal

Kinerja angkutan umum di terminal Krian tergolong kurang baik. Hal itu terlihat dari nilai faktor muat dari semua lyn memiliki nilai di bawah 70%. Selain itu, waktu tunggu beberapa lyn seperti KC, HN, KL, KM memiliki nilai lebih dari 10-20 menit. Untuk kapasitas kendaraan yang memiliki jumlah kapasitas tertinggi yaitu lyn HG dengan persentase 90%.

**Tabel 3.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Porong

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	HE	Faktor Muat Statis	19%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	42%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	30 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	2 kend./jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	31 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal

Sumber: Hasil Survei Primer (2014)

Di Terminal Porong sebenarnya ada 9 trayek yang terdaftar sebesar 140 unit armada (HE HI, HM, HL, HV, HX, HZ, MA dan PK), namun hanya lyn HE yang beroperasi. Lyn tersebut beroperasi akan tetapi tidak masuk ke dalam terminal Porong. Lyn ini beroperasi dari pukul 06.30 WIB hingga pukul 16.00 WIB. Lyn HE memiliki rute Jl. Pasar Porong, melintasi jalan arteri Porong, Jl. Pondokan, Jl. Yenggot, Jl. Raya Kandangan, Jl. Raya Krembung, Jl. Lemujut, Jl. Cangkring, Jl. Bulang, Jl. Simpang, Jl. Pejangkungan, Jl. Kates, Jl. Wirobitung, Jl. Brawijaya, Jl. Gedangrowo, Jl. Mojopahit, dan terakhir menuju Prambon. Namun pada kondisi eksisting lyn HE tidak sampai pada tujuan terakhir yaitu Prambon, tetapi hanya sampai tujuan terakhir Jl. Krembung, dan setelah itu berhenti (ngetem) dengan waktu yang cukup lama untuk menunggu lyn terisi penumpang.

**Tabel 4.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Larangan

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	HB1	Faktor Muat Statis	57%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	90%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	49 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	1 kend./jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	63 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	18 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
2.	HP	Faktor Muat Statis	10%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	70%	70%	Ideal
		<i>Headway</i>	59 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	1 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	38 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
3.	HU	Kecepatan	19 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	5%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	35%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	117 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	0 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
4.	HD	Waktu Tempuh	65 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	15 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	7%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	70%	70%	Ideal

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan	
		Faktor Muat Dinamis	50%	70%	Tidak Ideal	
		<i>Headway</i>	84 menit	10-20 menit	Tidak Ideal	
		Frekuensi	0 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal	
		Waktu Tempuh	35 menit	60-90 menit	Tidak Ideal	
		Kecepatan	7 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal	
	5.	JSP	Faktor Muat Statis	25%	70%	Tidak Ideal
			Faktor Muat Dinamis	78%	70%	Tidak Ideal
			<i>Headway</i>	39 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
			Frekuensi	2 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
			Waktu Tempuh	92 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
6.	HB2	Kecepatan	12 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal	
		Faktor Muat Statis	25%	70%	Tidak Ideal	
		Faktor Muat Dinamis	71%	70%	Ideal	
		<i>Headway</i>	39 menit	10-20 menit	Tidak Ideal	
		Frekuensi	2 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal	
		Waktu Tempuh	80 menit	60-90 menit	Ideal	
7.	HA	Kecepatan	18 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal	
		Faktor Muat Statis	25%	70%	Tidak Ideal	
		Faktor Muat Dinamis	85%	70%	Tidak Ideal	
		<i>Headway</i>	49 menit	10-20 menit	Tidak Ideal	
		Frekuensi	1 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal	
		Waktu Tempuh	80 menit	60-90 menit	Ideal	
		Kecepatan	15 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal	

Sumber: Hasil Survei Primer (2014)

**Tabel 5.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Taman

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	HA	Faktor Muat Statis	58%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	48%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	11 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	5 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	55 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	18 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
2.	HN	Faktor Muat Statis	100%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	49%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	15 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	4 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
		Waktu Tempuh	51 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	22 km/jam	30-60km/jam	Tidak Ideal
3.	H1	Faktor Muat Statis	17%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	37%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	20 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	3 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	46 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	17%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	22%	70%	Tidak Ideal
4.	HO	<i>Headway</i>	18 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	3 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	18 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	30 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
		Faktor Muat Statis	42%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	32%	70%	Tidak Ideal
5.	HG	<i>Headway</i>	55 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	1 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	114 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	10 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal

Sumber: Hasil Survei Primer (2014)

Dari data Dinas Perhubungan Sidoarjo, angkutan umum yang beroperasi di terminal Taman sebanyak 12 trayek. Namun pada kenyataannya angkutan umum yang masih beroperasi di Terminal Sukodono hanya ada 5 trayek angkutan umum yaitu Lyn HA, Lyn HG, Lyn HO, Lyn H1 dan Lyn HN. Untuk rute angkutan umum yang melakukan penyimpangan yaitu lyn HA, lyn HN dan lyn HO. Sedangkan untuk land use di sekitar rute angkutan hampir sama semuanya yaitu meliputi kawasan pemukiman, perkantoran, pertokoan, pendidikan dan industri.

Kinerja angkutan umum di Terminal Taman dilihat dari hasil survei statis dan dinamis memiliki faktor muat yang rendah. Faktor muat yang ideal yaitu 70%, sedangkan dari hasil survey lyn yang di Terminal Taman meliputi lyn HG dengan nilai 29%, lyn HN dengan nilai 49%, lyn H1 dengan nilai 37%, lyn HA dengan nilai 48%, dan lyn HO dengan 22%.

Terminal Sukodono berada di Pasar Sukodono. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo, angkutan umum di Terminal Sukodono terdiri dari 6 trayek angkutan yaitu lyn HA sejumlah 52 kendaraan, lyn HC sejumlah 41 kendaraan, lyn ME sejumlah 9 kendaraan, lyn PK sejumlah 5 kendaraan, lyn SK sejumlah 12 kendaraan dan lyn SWK sejumlah 7 kendaraan. Namun pada kenyataannya angkutan umum yang masih beroperasi di Terminal Sukodono hanya 1 trayek yaitu Lyn HA, dengan hasil penilaian kinerja sebagai berikut.

**Tabel 6.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Sukodono

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	HA	Faktor Muat Statis	12%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	46%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	7 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	9 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	21 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	27 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal

Sumber: Hasil Survei Primer (2014)

**Tabel 7.** Kinerja Angkutan Umum di Terminal Wadungasri

No.	Trayek	Indikator	Hasil Survei Primer	Standar World Bank	Kesimpulan
1.	H4J	Faktor Muat Statis	45%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	67%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	4 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	19 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	35 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	27 km/jam	30-60 km/jam	Tidak ideal
2.	H4W	Faktor Muat Statis	42%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	63%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	9 menit	10-20 menit	Ideal
		Frekuensi	7 kend/jam	3-6 kend/jam	Ideal
		Waktu Tempuh	45 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	25 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
3.	X	Faktor Muat Statis	83%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	50%	70%	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	56 menit	60-90 menit	Ideal
		Kecepatan	20 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal
4.	HH	Faktor Muat Statis	92%	70%	Tidak Ideal
		Faktor Muat Dinamis	66%	70%	Tidak Ideal
		<i>Headway</i>	9 menit	10-20 menit	Tidak Ideal
		Frekuensi	9 kend/jam	3-6 kend/jam	Tidak Ideal
		Waktu Tempuh	45 menit	60-90 menit	Tidak Ideal
		Kecepatan	24 km/jam	30-60 km/jam	Tidak Ideal

Sumber: Hasil Survei Primer (2014)

## HASIL

### *Kinerja Angkutan Umum di Kabupaten Sidoarjo*

Kinerja angkutan umum jenis lyn di Kabupaten Sidoarjo 90% dan hanya sekitar 10% yang ideal terutama untuk indikator pelayanan frekuensi dan headway. Untuk faktor muat statis dan dinamis kurang baik, waktu tempuh juga bervariasi dari cepat sampai dengan lambat sebagai akibat jumlah penumpang yang sedikit. Selain itu juga berimplikasi pada kecepatan kendaraan yang rata-rata kurang dari standar. Faktor muat yang rendah akan berakibat penghasilan operator berkurang yang dapat berimplikasi pada keberlanjutan usaha.

Fenomena jumlah penumpang yang sedikit juga banyak dipengaruhi oleh menurunnya minat masyarakat untuk menggunakan angkutan umum. Hal ini disebabkan oleh kualitas pelayanan yang menurun dari angkutan umum, kondisi kendaraan yang kurang nyaman, selain itu juga lebih memilih menggunakan sepeda motor yang bisa dibeli dengan harga murah dan mempunyai aksesibilitas pencapaian yang mudah ke tempat tujuan dengan fleksibilitas yang tinggi.

### *Kebijakan Penanganan*

Sistem pelayanan angkutan umum seharusnya mengacu pada rute sesuai dengan ijin trayek pada Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo. Hal yang terjadi di lapangan sekitar 15% rute trayek melayani tidak sesuai dengan ijin trayek. Selain itu juga beberapa armada yang tidak beroperasi, apalagi trayek yang menuju ke daerah Porong.

Dalam hal ini diperlukan jaringan trayek angkutan umum yang disesuaikan dengan dampak lumpur Lapindo dan juga perkembangan jaringan jalan yang sudah dan akan dibangun di daerah Kabupaten Sidoarjo yang disesuaikan dengan pengembangan wilayah.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari studi ini adalah:

1. Kinerja pelayanan angkutan umum di Kabupaten Sidoarjo menunjukkan frekuensi kurang baik yaitu rata-rata dibawah 6 kendaraan/jam, *headway*/waktu antara rata-rata di atas 10 menit, faktor muat dibawah 70%, kecepatan rata-rata dibawah 30 km/jam serta waktu tempuh perjalanan rata-rata dibawah 60 menit. Faktor muat yang rendah akan berakibat menurunnya penghasilan operator kendaraan yang berimplikasi pada penurunan kesejahteraan terutama pada trayek angkutan umum yang sepi penumpang.
2. Sistem pelayanan angkutan umum seharusnya mengacu pada rute sesuai dengan ijin trayek pada Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo. Hal yang terjadi di lapangan sekitar 20% rute trayek melayani tidak sesuai dengan ijin trayek, selain itu juga beberapa armada yang tidak beroperasi, apalagi trayek yang menuju ke daerah Porong karena menurunnya jumlah penumpang sebagai akibat bencana lumpur Lapindo. Dalam hal ini diperlukan jaringan trayek angkutan umum yang disesuaikan dengan peta dampak lumpur Lapindo dan perkembangan jaringan jalan yang sudah dan akan dibangun di daerah Kabupaten Sidoarjo yang disesuaikan dengan pengembangan wilayah.

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlunya penanganan yang lebih intensif terkait pengelolaan angkutan umum sehingga lebih menarik minat dari pengguna. Penanganan perlu dilakukan menyeluruh,

- mengingat bahwa permasalahan angkutan umum baik penyebab dan solusinya terkait juga dengan bidang yang lain,
2. Pengembangan angkutan umum perlu mengintegrasikan dengan sistem pembentuk kota secara keseluruhan dan pengembangan wilayah.
  3. Diperlukan pengawasan angkutan umum sehingga penyimpangan di lapangan dapat diminimalisasi.
  4. Diperlukan kondisi armada dan fasilitas angkutan umum yang memadai agar dapat meningkatkan kualitas pelayanan bagi masyarakat.

## **REFERENSI**

- 2011, Desember. Penyelenggaraan Angkutan Orang. <http://w3.org/1990/xhtml>. Diakses 19 Desember 2011.
2012. Petunjuk Teknis dan Pelaksanaan Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum. <http://www.ika-all.tripod.com/juklak-htm/angkutan.htm>. diakses 23 Juni 2012.
- Abubakar, Iskandar. 1998. Menuju Lalu Lintas Angkutan Darat yang Tertib. Jakarta: Dirjenhubdat.
- Chalimi, Nur.,S.T. dkk. 1998. Evaluasi Kinerja Angkutan Umum Perkotaan. Yogyakarta: Symposium 1 FSTPT.
- Munawar, Ahmad. 2005. Dasar – Dasar Teknik Transportasi. Yogyakarta: Beta Offset.
- Nasution, M. Nur. 2008. Manajemen Transportasi. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Salim, Abbas. 2008. Manajemen Transportasi. Jakarta: Rajawali Pers.
- Setijowarno, D. dan Frazila, R.B. 2001. Pengantar Sistem Transportasi. Edisi pertama. Semarang: Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata.
- Sugianto, Edi. 2012. Studi Operasional Angkutan Umum Lyn JSP Ditinjau dari Permintaan Pengguna Angkutan Umum. Surabaya: Unesa.
- Suteja, I Wayan dkk. Studi Karakteristik Operasional Sistem Angkutan Umum di Kotamadya Mataram. Mataram: Universitas Mataram.
- Warpani Suwarjoko P.2002. Pengelolaan Lalu lintas dan Angkutan Jalan. Bandung: ITB.
- Warpani, S. 1990. Merencanakan Sistem Perangkutan. Bandung: Penerbit ITB.

## STUDI PENGADAAN PARK AND RIDE DI TERMINAL ALANG-ALANG LEBAR KOTA PALEMBANG

**Rio Yudhaprawira**  
Mahasiswa Program Studi Teknik  
Sipil  
Bidang Kajian Utama  
Transportasi  
Pascasarjana Universitas  
Sriwijaya  
Jl. Padang Selasa No.524  
Palembang  
Sumatera Selatan  
[sisvariona@gmail.com](mailto:sisvariona@gmail.com)

**Erika Buchari**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Bidang Kajian Utama  
Transportasi  
Pascasarjana Universitas  
Sriwijaya  
Jl. Padang Selasa No.524  
Palembang  
Sumatera Selatan  
[eribas17@gmail.com](mailto:eribas17@gmail.com)

**Joni Arliansyah**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Bidang Kajian Utama  
Transportasi  
Pascasarjana Universitas  
Sriwijaya  
Jl. Padang Selasa No.524  
Palembang  
Sumatera Selatan  
[joniarliansyah@yahoo.com](mailto:joniarliansyah@yahoo.com)

### Abstract

With the rapid growth of population in line with rapid increasing of number of vehicles and vehicles ownership in Palembang, thus causes congestion in the streets, especially in the center of town. Moreover, compounded by many vehicles parked on the street. One way to overcome these problems by diverting the private vehicles use to public transport modes, in addition, Park and Ride system must be applied in the terminals during will be heading to downtown Palembang

The aim of this study is to determine the characteristics of the trip and measure the potential application of the park and ride system for people, this system is used to determine the magnitude of the supply needs of the vehicle that will carry out the transfer of the vehicle Park and Ride particularly in the Alang-alang lebar district area.

The analysis conducted in this study is a descriptive analysis, analysis of origin-destination matrix and modal choices matrix method is used with the base crosstabulation, and analysis of parking supply in the Alang-alang lebar terminal. In addition, before the analysis done, previously conducted *Revealed Preference (RP)* survey and traffic count to obtain more accurate data from this study.

From the result of the research that has been conducted, the population with more frequent trip are males aged between 25-55 years with the status as a private employee and student, and the district with the most attracted trips are Ilir Barat I and Sukarami, as well as the magnitude of potential Park and Ride vehicles in alang alang lebar area are 16.065 motorcycles and 2.768 cars.

**Keywords:** *Congestion, Park and Ride, Revealed Preference and Traffic Count Survey, Potential vehicles Park and Ride.*

### Abstrak

Dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk yang sejalan dengan tingkat pertumbuhan jumlah kendaraan dan kepemilikan kendaraan di Kota Palembang, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan di ruas-ruas jalan khususnya di pusat kota Palembang. Selain itu, hal ini diperburuk dengan adanya kendaraan yang parkir di badan jalan (*Parking On The Street*) di pusat kota Palembang. Salah satu cara mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan pengalihan penggunaan kendaraan pribadi ke moda angkutan umum, selain itu diberlakukannya sistem *Park and Ride* di terminal-terminal Kota Palembang pada saat akan menuju ke pusat kota Palembang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik perjalanan dan besarnya potensi masyarakat yang akan melakukan sistem *Park and Ride*, sistem ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan besarnya *supply* kendaraan dari pengalihan kendaraan yang akan melakukan *Park and Ride* khususnya di kawasan Alang-Alang Lebar Kota Palembang.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis deskriptif, analisis matriks perjalanan asal-tujuan dan matriks pemilihan moda yang digunakan dengan dasar metode *crosstabulasi*, serta analisis *supply* parkir di terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang. Selain itu, sebelum analisis dilakukan terlebih dahulu

dilakukan survei *Revealed Preference (RP)* dan *Traffic Count* guna mendapatkan data yang lebih akurat dari penelitian ini.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, populasi yang sering melakukan perjalanan yaitu laki-laki yang berusia antara 25-55 tahun yang berstatus sebagai karyawan swasta dan pelajar/ mahasiswa, dan kecamatan yang paling banyak dituju adalah kecamatan Sukarami dan Ilir Barat I, serta besarnya potensi *Park and Ride* kendaraan di kawasan Alang-Alang Lebar Kota Palembang untuk jenis kendaraan motor sebanyak 16.065 kendaraan, dan untuk jenis kendaraan mobil sebanyak 2.768 kendaraan.

**Kata Kunci:** *Kemacetan, Park and Ride, Survei Revealed Preference dan Traffic Count, Potensi Park and Ride kendaraan.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

*Park and Ride* adalah suatu kegiatan rangkaian perjalanan yang dilakukan untuk memarkirkan kendaraan pribadi ditempat yang telah disediakan dan melanjutkan perjalanan beralih ke moda transportasi umum. Salah satu penyebab kemacetan diakibatkan oleh bertambahnya jumlah kepemilikan kendaraan dan kendaraan yang parkir di badan jalan (*Parking On The Street*) pusat kota Palembang yang berdampak pada turunnya keefisienan pengoperasian angkutan umum dan juga menyebabkan turunnya tingkat kinerja ruas jalan. Berdasarkan survei terdahulu yang telah dilakukan oleh mahasiswa Universitas Sriwijaya (Buchari E,2011) penyebab orang masih malas untuk pindah ke moda Trans Musi adalah akses yang masih sulit dan belum terhubung, tidak ekonomis, serta waktu perjalanan yang tidak efisien. Maka dari itu perlunya dilakukan *Park and Ride* kendaraan pada setiap terminal-terminal di kota Palembang sebelum akan memasuki pusat kota Palembang, untuk mengurangi populasi kendaraan yang ada di pusat perkotaan Palembang, salah satu gunanya untuk mengurangi tingkat kemacetan pada ruas-ruas jalan kawasan pusat kota Palembang.

### Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik perjalanan masyarakat dan rangkaian perjalanan serta penggunaan moda transportasi dengan pengadaan *Park and Ride*.
2. Bagaimana pengadaan *Park and Ride* di Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang.
3. Berapa besar volume kapasitas pelataran parkir yang dibutuhkan untuk kendaraan yang akan melakukan *Park and Ride* di Terminal Alang-Alang Lebar.

### Tujuan

1. Untuk mengetahui karakteristik perjalanan dan rangkaian perjalanan serta penggunaan moda transportasi.
2. Untuk mengetahui besarnya potensi bagaimana pengadaan *Park and Ride* di Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang.
3. Mengetahui *supply/* penyediaan yang dibutuhkan untuk lahan parkir kendaraan di terminal sesuai kebutuhan dan hasil survei.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Komponen Multimoda

Beberapa komponen yang harus dimiliki angkutan multimoda adalah sebagai berikut (Buchari E,2008) :

1. Moda Penghubung (Connecting Modes)  
Yaitu moda yang didefinisikan sebagai moda penghubung sebelum dan sesudah moda utama yang sedang digunakan (Krygman,2004).
2. Moda Utama (Main Modes)  
Yaitu suatu moda biasanya yang digunakan dalam perjalanan paling panjang dan paling lama dari moda yang lainnya.
3. Jaringan Multimoda (Multimodal Network, Main Route, Feeder Route)  
Adalah beberapa jaringan yang terpadu antar moda-moda terdiri dari rute utama dan rute pengumpan.
4. Fasilitas Peralihan Moda (Transfer Point)  
Ialah suatu fasilitas yang digunakan untuk peralihan moda dari moda satu ke moda lainnya dalam satu jenis, contohnya : kombinasi transportasi darat ke darat.
5. Fasilitas Peralihan Antar Moda dengan Jaringan Berbeda (Intermodal Transfer Point)  
Yaitu suatu peralihan atau titik sambung antar dua jenis moda dari dua jenis jaringan yang berbeda. Misalnya, antar moda jaringan sungai dan moda jaringan jalan, atau kereta api.
6. Peraturan  
Ialah suatu alat sebagai petunjuk (aturan main) tentang transportasi multimoda yang terdiri dari moda utama, moda pengumpan (feeder), moda sebelum dan sesudah, ketersambungan dengan moda lain melalui Transfer Point dan Intermodal Transfer Point.

### Satuan Ruang Parkir (SRP)

Dalam penentuan Satuan Ruang Parkir (SRP) berdasarkan kriteria sudut ruang parkir (Keputusan Menteri Perhubungan No.04,1994) dalam tabel.1 berikut :

**Tabel 1.** Satuan Ruang Parkir (SRP)

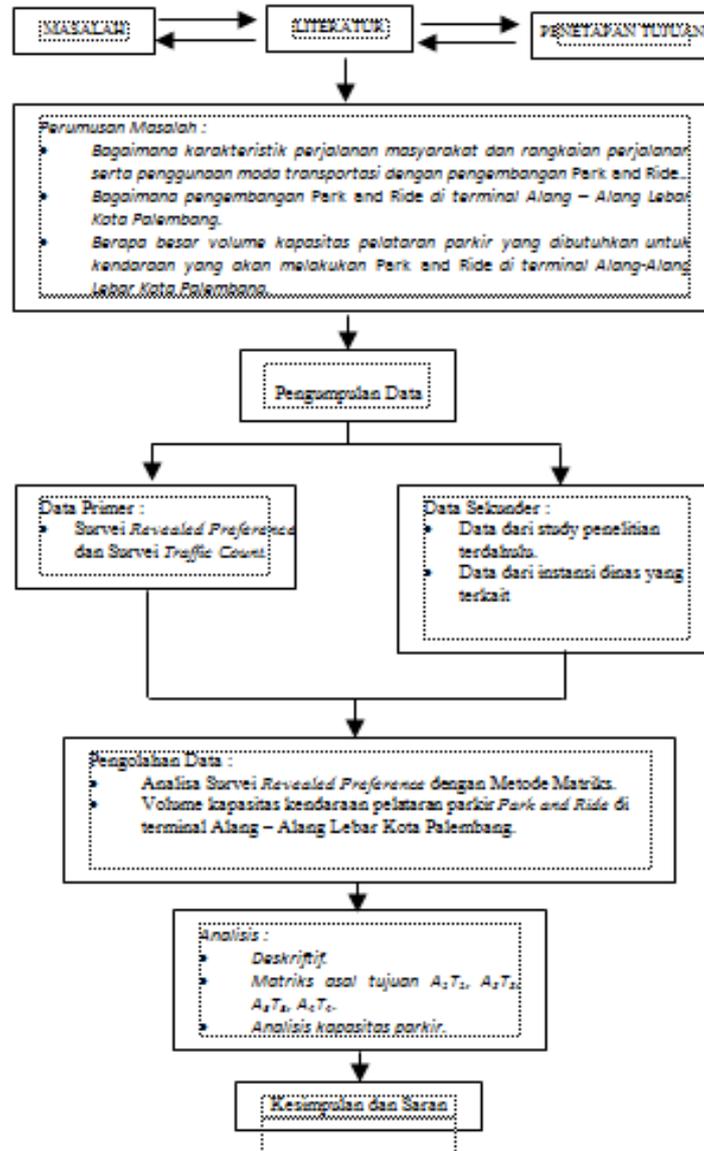
KRITERIA PARKIR						
Sudut Parkir ( <sup>o</sup> )	Jenis Kendaraan	Lebar Ruang Parkir	Ruang Parkir Efektif	Ruang Manuver	D + M	D + M - J
		A (m)	D (m)	M (m)	E (m)	J (m)
0 <sup>o</sup>		2,3	2,3	3,0	5,3	2,8
30 <sup>o</sup>		2,5	4,5	2,9	7,4	4,9
45 <sup>o</sup>	Mobil	2,5	5,1	3,7	8,8	6,3
60 <sup>o</sup>		2,5	5,3	4,6	9,9	7,4
90 <sup>o</sup>	Motor	0,75	2,0	-	-	-

Keterangan : J = Lebar pengurangan ruang manuver (2,5 meter)

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat, 1994

## METODOLOGI PENELITIAN

Alur kegiatan dibuat secara terstruktur dan sistematis agar waktu penelitian lebih efektif dan tidak terjadi pekerjaan yang berulang-ulang. Alur kegiatan dalam penelitian ini disajikan pada gambar.1 tentang bagan alir penelitian di bawah berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Rencana Kegiatan

### Sumber Data Dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari penyebaran kuisisioner di lapangan yang mencakupi pada semua kelurahan di kawasan kecamatan Alang-Alang Lebar Kota Palembang dan disekitar terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang. Sedangkan data sekunder dilakukan untuk mendapatkan data yang sudah ada, yang diperoleh baik itu dari hasil penelitian terdahulu yang relevan dan dari instansi/ dinas yang terkait.

### Analisis Data

Metode analisis yang dilakukan yaitu :

1. Deskriptif
2. Analisis matriks perjalanan dengan dasar metode *Crosstabulasi*, dengan menggunakan matriks asal-tujuan (Matriks  $A_1T_1, A_2T_2, A_3T_3, A_4T_4$ ), dan matriks pemilihan moda yang digunakan.
3. Analisis *supply* parkir.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Deskriptif Data

Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Yang diperoleh dari sample responden sebanyak 400 sample.

**Tabel 2.** Karakteristik Perjalanan

No.	Karakteristik	Variabel	Sample (Orang)
1	Status Keluarga	Anak-anak	144
		Bapak	133
2	Jenis Kelamin	Laki-laki	209
3	Umur	25-55 Tahun	196
4	Status Pekerjaan	Karyawan	92
		Pelajar/mhs	77
5	Penghasilan	1-2 Juta/Bln	163

Sumber : Pengolahan Data, 2013.

Bahwa yang sering melakukan perjalanan di daerah kawasan Alang-Alang Lebar Kota Palembang yaitu bapak-bapak sebanyak 133 responden, anak laki-laki sebanyak 144 responden, dengan memiliki usia berkisar antara 25-55 tahun sebanyak 196 responden, memiliki status sebagai karyawan swasta sebanyak 92 responden, dan mahasiswa sebanyak 77 responden, serta berpenghasilan berkisar antara 1-2 Juta/ bulan sebanyak 163 responden.

### Matriks Asal-Tujuan

Setelah dilakukan pengambilan data dari survei lapangan yang didapat dengan penyebaran kuisisioner, setelah itu dimasukkan ke dalam matriks dengan dasar metode *crosstabulasi*, dan didapatkan hasil bahwa kawasan kecamatan yang paling banyak dituju pada hari kerja adalah kecamatan Sukarami dan kecamatan Ilir Barat I. Dan moda jenis kendaraan yang paling banyak digunakan ialah kendaraan motor dan kendaraan mobil. Yang dapat dilihat dalam tabel berikut :

**Tabel 3.** Matriks Populasi Asal-Tujuan Pada Hari Kerja, 26 September 2013

Tujuan Perjalanan (Kecamatan) \*

O \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	151	152	153	154	16	17	TOTAL
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	135
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	135
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	135
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	135
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	0	0	540
151	1215	0	945	0	675	405	0	135	135	0	0	0	270	1620	405	405	0	405	0	135	6750
152	675	0	135	0	945	0	0	135	0	0	135	0	270	3645	0	540	0	540	0	0	7020
153	135	0	1215	0	405	675	0	135	0	135	0	0	540	675	270	540	2295	675	135	270	8100
154	270	0	405	0	135	135	0	270	135	405	135	270	0	0	0	0	0	1485	135	0	3780
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	0	0	270
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	2295	0	2700	0	2160	1215	0	675	270	540	270	270	1080	5940	675	1485	2295	4455	270	405	<b>27000</b>

Pusat Kota  
Alang-Alang Lebar  
Luar Kota

Sumber : Pengolahan Data

\*1. Kec. Bukit Kecil ; \*2. Kec. Gandus ; \*3. Kec. Ilir Barat.I ; \*4. Kec. Ilir Barat.II ; \*5. Kec. Ilir Timur.I ; \*6. Kec. Ilir Timur.II ; \*7. Kec. Kalidoni ; \*8. Kec. Kemuning ; \*9. Kec. Kertapati ; \*10. Kec. Plaju ; \*11. Kec. Sako ; \*12. Kec. Seberang Ulu.I ; \*13. Kec. Seberang Ulu.II ; \*14. Kec. Sukarami ; \*151. Kec. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Srijaya ; \*152. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Karya Baru ; \*153. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Talang Kelapa ; \*154. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Alang-Alang Lebar ; \*16. Luar Kota Palembang Bagian Utara (seperti : Banyuasin, Musi Banyuasin, Jambi, dan sekitarnya) ; \*17. Luar Kota Palembang Bagian Selatan (seperti : Indralaya, Ogan Komering Ilir, Ogan Komering Ulu, dan sekitarnya).

### Supply Lahan Parkir

Dari hasil tabel matriks moda perjalanan yang digunakan bahwa yang menggunakan motor sebanyak 16.065 kendaraan dan yang menggunakan kendaraan mobil sebanyak 2.768 kendaraan. Untuk volume *supply* parkir di kawasan terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, dapat kita lakukan dengan cara mengasumsikannya dengan Satuan Ruang Parkir (SRP).

**Tabel 4.** Matriks Moda Yang Digunakan Pada Hari Kerja, Tanggal 26 September 2013

Moda Kendaraan \*

O \ D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	540	0	4455	675	135	0	135	810	0	0	0	6750
152	405	0	4320	1350	270	405	0	0	0	0	0	6750
153	135	0	3240	2565	810	0	0	135	0	0	0	6885
154	1080	405	4050	945	135	0	0	0	0	0	0	6615
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2160</b>	<b>405</b>	<b>16065</b>	<b>5535</b>	<b>1350</b>	<b>405</b>	<b>135</b>	<b>945</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>27000</b>

Pasisi Kota

Alang-Alang Lebar

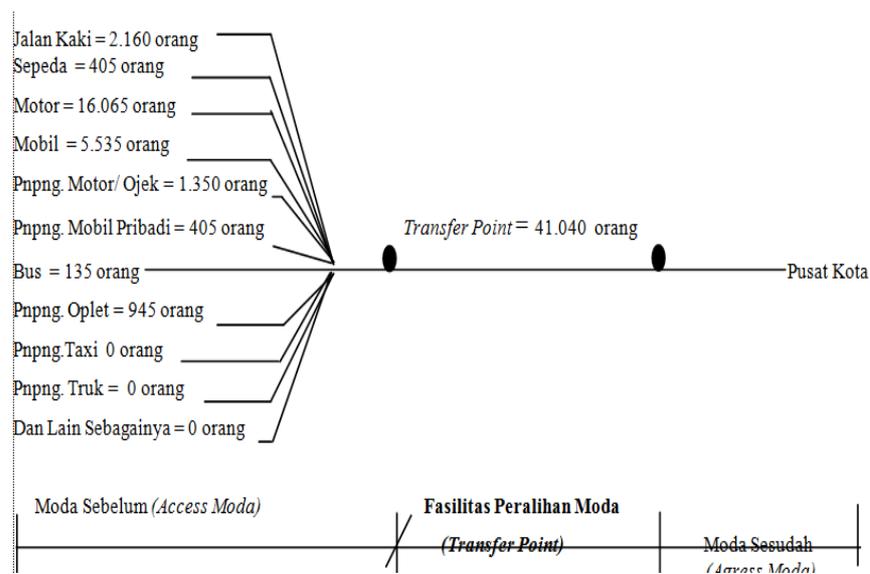
Luar Kota

Asal Perjalanan (Kecamatan) @

Sumber : Pengolahan Data

\*1.Jalan Kaki ; \*2.Sepeda ; \*3.Motor ; 4.Mobil ; \*5.Penumpang Motor/ Ojek ; \*6.Penumpang Mobil Pribadi ; \*7.Bus ; \*8.Penumpang Oplet ; \*9.Penumpang Taxi ; \*10.Penumpang Truk ; \*11. Kendaraan lainnya.

@1. Kec. Bukit Kecil ; @2. Kec. Gandus sx ; @3. Kec. Ilir Barat.I ; @4. Kec. Ilir Barat.II ; @5. Kec. Ilir Timur.I ; @6. Kec. Ilir Timur.II ; @7. Kec. Kalidoni ; @8. Kec. Kemuning ; @9. Kec. Kertapati ; @10. Kec. Plaju ; @11. Kec. Sako ; @12. Kec. Seberang Ulu.I ; @13. Kec. Seberang Ulu.II ; @14. Kec. Sukarami ; @151. Kec. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Srijaya ; @152. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Karya Baru ; @153. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Talang Kelapa ; @154. Kec. Alang-Alang Lebar, Kel.Alang-Alang Lebar ; @16. Luar Kota Palembang Bagian Utara (seperti : Banyuasin, Musi Banyuasin, Jambi, dan sekitarnya) ; @17. Luar Kota Palembang Bagian Selatan (seperti : Indralaya, Ogan Komering Ilir, Ogan Komering Ulu, dan sekitarnya).



**Gambar 2.** Rencana Asumsi Transfer Point Untuk Park and Ride Di Kawasan Kecamatan Alang-Alang Lebar Kota Palembang (Sumber : Pengolahan Data)

Dengan diasumsikan bahwa semua skenario potensi *Park and Ride* tidak sekaligus diparkir bersamaan, maka luasan parkir yang dibutuhkan menjadi maximal 3 jam atau  $\frac{1}{4}$  dari jumlah kendaraan *Park and Ride*. Dibuat berdasarkan skenario 1, 2, dan 3 pada tabel berikut :

**Tabel 5.** Luas Lahan Yang Dibutuhkan Untuk *Park and Ride*  
Di Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang  
Untuk Skenario I

No.	Jenis Kendaraan	Potensi Perpindahan Moda 25 % (Orang)	Potensi <i>Park and Ride</i> (Kendaraan)	Sudut Parkir	SRP Kendaraan (m)	Luas Lahan yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )
1.	Motor	4.016	1.004	90°	0,75 x 2,0	1.506
2.	Mobil	1.384	173	90°	2,50 x 5	2.162,5
<b>Total</b>						3.668,5

Sumber : Pengolahan Data

**Tabel 6.** Luas Lahan Yang Dibutuhkan Untuk *Park and Ride*  
Di Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang  
Untuk Skenario II

No.	Jenis Kendaraan	Potensi Perpindahan Moda 50 % (Orang)	Potensi <i>Park and Ride</i> (Kendaraan)	Sudut Parkir	SRP Kendaraan (m)	Luas Lahan yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )
1.	Motor	8.032	2.008	90°	0,75 x 2,0	3.012
2.	Mobil	2.767	346	90°	2,50 x 5	4.325
<b>Total</b>						7.337

Sumber : Pengolahan Data

**Tabel 7.** Luas Lahan Yang Dibutuhkan Untuk *Park and Ride*

Di Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang  
Untuk Skenario III

No.	Jenis Kendaraan	Potensi Perpindahan Moda 75 % (Orang)	Potensi Park and Ride (Kendaraan)	Sudut Parkir	SRP Kendaraan (m)	Luas Lahan yang dibutuhkan (m <sup>2</sup> )
1.	Motor	12.048	3.012	90o	0,75 x 2,0	4.518
2.	Mobil	4.151	519	90o	2,50 x 5	6.487,5
Total						11.005,5

Sumber : Pengolahan Data

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik masyarakat yang sering melakukan perjalanan di kawasan Alang-Alang Lebar Kota Palembang yaitu bapak-bapak dan anak-anak dengan memiliki umur 25-55 tahun, dan memiliki status sebagai karyawan swasta dan pelajar/ mahasiswa,
2. Potensi *Park and Ride* untuk kawasan Alang-Alang Lebar Kota Palembang untuk jenis kendaraan motor sebanyak 4.016 kendaraan dan untuk jenis kendaraan mobil sebanyak 2.768 kendaraan.
3. Untuk kebutuhan penyediaan lahan parkir bagi kendaraan pribadi di kawasan terminal Alang-Alang Lebar dilakukan dengan beberapa skenario :
  - a. Skenario I untuk 3 tahun mendatang dari tahun.2013-2016 dengan pengalihan kendaraan sebanyak 25% dari jumlah potensi kendaraan keseluruhan yang akan dialihkan *Park and Ride*, jadi supply lahan yang dibutuhkan sebesar 3.668,5 m<sup>2</sup>.
  - b. Skenario II untuk 3 tahun berikutnya dari tahun 2017-2020 dengan pengalihan kendaraan sebanyak 50% dari jumlah potensi kendaraan pribadi, jadi *supply* lahan parkir yang dibutuhkan sebesar 7.337 m<sup>2</sup>.
  - c. Skenario III untuk 3 tahun selanjutnya di tahun.2021 dengan pengalihan kendaraan sebanyak 75% dari jumlah potensi kendaraan pribadi, jadi *supply* lahan parkir yang dibutuhkan sebesar 11.005,5 m<sup>2</sup>.

### Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka ada beberapa hal yang disarankan adalah :

1. Diperlukan kajian teknis dan non teknis yang lain untuk salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kemacetan di Kota Palembang.
2. Hasil penelitian tersebut dapat dijadikan salah satu bahan pertimbangan dan bahan pendukung untuk perencanaan pengembangan dalam salah satu untuk mengurangi tingkat kemacetan di Kota Palembang pada umumnya dan di kawasan Alang-Alang Lebar pada khususnya.
3. Perlunya meningkatkan fasilitas angkutan umum, agar masyarakat dapat tertarik untuk beralih menggunakan dari angkutan pribadi ke angkutan umum.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alzahri S,2013. Rencana Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub> Dengan Skema Park And Ride Dan Lajur Khusus Trans Musi Di Kota Palembang, Palembang.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Palembang,2013. Rencana Detail Tata Ruang Kecamatan Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Palembang,2013. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palembang, Palembang.
- Buchari E,2007. Perencanaan Sistem Smart Card Untuk Angkutan Umum Multimoda Di Kota Palembang. FSTPT Proceeding, Simposium FSTPT X, UNTAR, Jakarta, Indonesia.
- Buchari E,2009. A Multimoda Public Transport Planning Guidance For Sustainable Transport In Developing Countries. International Journal Of Environment, Indersidence Enterprise Ltd,UK.
- Buchari E,2013. Pergub Penurunan Emisi CO<sub>2</sub> Sumatera Selatan, Palembang.
- Buchari E,2013. Laporan Penelitian Master Plan Kota Palembang Dan Sekitarnya. Bina Sarana Prasarana Perkotaan, Palembang.
- Badan Pusat Statistik,2012. Jumlah Penduduk Perkelurahan Pada Semua Kecamatan Di Kota Palembang, Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2006. Keputusan Menteri Perhubungan. Jakarta. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2012. Laporan Tahunan 2012, Palembang. Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2008. Laporan Tahunan 2008 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2009. Laporan Tahunan 2009 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2010. Laporan Tahunan 2010 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2011. Laporan Tahunan 2011 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2012. Laporan Tahunan 2012 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Dinas Perhubungan Kota Palembang,2013. Laporan Bulanan 2013 Terminal Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang. Pemerintah Kota Palembang.
- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2008. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/ SAMSAT. Palembang.
- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2009. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/ SAMSAT. Palembang.
- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2010. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/ SAMSAT. Palembang.
- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2011. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/ SAMSAT. Palembang.
- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2012. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/ SAMSAT. Palembang.

- Direktur Lalu Lintas POLDA Sumatera Selatan,2013. Data Kendaraan Bermotor Persatwil/SAMSAT. Palembang.
- Dr. Ing. Frank Schleicher-Jester. dkk.2012. Masukan Atas Rencana Pengembangan Parkir Di Jalan Masjid Lama, Palembang. GIZ.
- Edwin Hull,1998. Application Of a Park and Ride Forecasting Procedure In The Greater Vancouver Transportation Model. Consulting Transportation Engineers, Texas.
- Jotin, Khisty C, dkk, Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi, Jilid 2, Erlangga.
- Latief A,2010. Survei Traffic Count Keadaan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jalan Alang-Alang Lebar Kota Palembang, Palembang.
- Sarana Pembangunan Palembang.PT,2013. Data Kondisi Seluruh Koridor Trans Musi Di Palembang, Palembang.
- Tamin, Ofyar Z, 2000, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB, Bandung.
- Tamin, Ofyar Z, 2008, Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi, ITB, Bandung.

# **KINERJA ANGKUTAN UMUM OPLET (EKSISTING) DAN URGENSI OPERASIONALISASI ANGKUTAN UMUM BERBASIS BIS YANG MEMENUHI SPM DI KOTA PONTIANAK**

**Said**

Lecturer

Department of Civil Engineering,

Faculty of Engineering

University of Tanjungpura

Jln. Ahmad Yani, Pontianak 78124

Telp: (0561) 736033

[saidbasalim@gmail.com](mailto:saidbasalim@gmail.com)

## **Abstract**

The quality of performance of public transport of oplet operation keep on decline, in comfort aspects, safety aspects and also expansion of service coverage. Based on BPS data, in 2012, population of Pontianak city is 565,856 inhabitants, while the number of private vehicles 43,182 vehicles; or 1 private vehicles per 1 inhabitants

The aim of this study is to show that without restrictions of private vehicle ownership, restrictions on the use of private vehicle, and support to the provision of public transport services then the impact is service level of road network which becomes very low.

This condition can be observed in some roads that faced severe congestion or have a high DS value.

The lack of attention that the city government who should carry out the implementation of the Standar Pelayanan Minimal (SPM) further exacerbate the performance of the public transport network of transportation in the city of Pontianak, which is indicated by the value of total load factor of 0.26.

**Keywords:** *performance, private vehicle, SPM, urban transportation*

## **Abstrak**

Kualitas pelayanan angkutan umum jenis oplet terus menurun, baik pada aspek kenyamanan maupun ketersebaran pelayanan. Dari data BPS, pada tahun 2012 tercatat jumlah penduduk 565.856 jiwa sedangkan jumlah kendaraan pribadi adalah 518.267 kendaraan; atau 1 kendaraan pribadi per 1 jiwa penduduk.

Tujuan penelitian ini adalah menunjukkan bahwa tanpa pembatasan kepemilikan kendaraan pribadi, pembatasan penggunaan kendaraan pribadi dan dukungan kepada penyediaan jasa angkutan umum maka akibatnya adalah tingkat pelayanan jaringan jalan yang menjadi sangat rendah. Kondisi tersebut dapat dilihat dari beberapa ruas jalan yang memiliki nilai DS yang tinggi

Kurangnya perhatian pemerintah kota yang seharusnya melaksanakan Standar Pelayanan Minimal (SPM) angkutan umum makin memperparah kinerja jaringan transportasi darat di Kota Pontianak, yang ditunjukkan oleh nilai Load Factor total sebesar 0,26.

**Kata Kunci:** *kinerja, angkutan umum, SPM, transportasi perkotaan*

## **LATAR BELAKANG**

Pada beberapa kota di luar pulau Jawa dalam bidang transportasi terjadi persaingan yang tidak berimbang antara kendaraan pribadi dan angkutan umum. Hal ini terjadi karena beberapa kebijakan yang mendukung kepemilikan kendaraan pribadi dan sebaliknya kurang mendukung sektor angkutan umum, khususnya angkutan umum perkotaan. Secara kasat mata dapat dilihat bahwa seakan ada pembiaran terhadap terus menurunnya tingkat pelayanan angkutan umum, baik dari aspek pelayanan (kenyamanan dan sebaran pelayanan) maupun aspek jumlah armada. Kondisi ini bertolak belakang dengan

kemudahan-kemudahan dalam hal kepemilikan kendaraan pribadi. Dengan berdasarkan pada beberapa parameter pelayanan, yaitu kenyamanan dan sebaran pelayanan angkutan umum yang rendah, maka angkutan umum jenis angkot yang masih melayani perangkutan penumpang dalam kawasan perkotaan, semakin tidak diminati masyarakat.

Disisi lain pertumbuhan ekonomi terus menyebabkan jumlah perjalanan atau jumlah perjalanan per kapita (*average number of trips per capita*) bertumbuh (Susantono, 2013). Hal ini dapat di jelaskan karena permintaan perangkutan umum termasuk jenis permintaan turunan dan terdapat saling ketergantungan yang luas antara angkutan dengan industri, pertanian, perdagangan dan perkembangan perekonomian suatu daerah (Warpani, 1990). Pertumbuhan kendaraan bermotor yang tinggi terjadi akibat ketiadaan pembatasan kepemilikan kendaraan bermotor yang efektif menekan pertumbuhan jenis kendaraan pribadi ini. Kita pernah mendengar kebijakan menaikkan nilai uang muka kendaraan kredit sepeda motor minimal 25% dan mobil 30% di perbankan (Peraturan Menteri Keuangan No. 43/PMK.010/2012 tentang Uang Muka Pembiayaan Konsumen untuk Kendaraan Bermotor pada Perusahaan Pembiayaan). Setelah mendapatkan resistensi dari berbagai pihak, maka upaya yang baik untuk menekan tingkat kepemilikan kendaraan pribadi ini terkalahkan.

## GAMBARAN WILAYAH STUDI

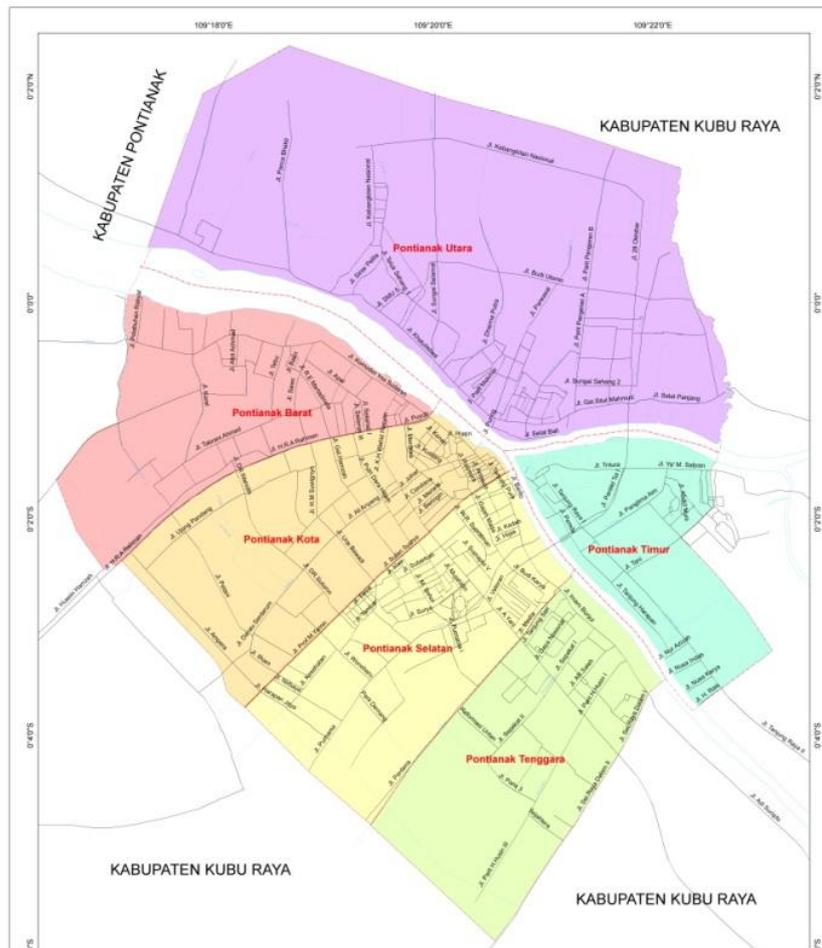
Kota Pontianak merupakan ibukota Propinsi Kalimantan Barat, dengan luas wilayah Kota Pontianak 107,82 Km<sup>2</sup>, terdiri dari 6 Kecamatan 29 Kelurahan. Kawasan seluas ini, dihubungkan dengan Jalan Kota sepanjang 259.644 km, Jalan Negara sepanjang 41.914 km dan Jalan Propinsi sepanjang 9.400 km. Laju pertumbuhan penduduk di Kota Pontianak pada periode 1990-2000 adalah 0,7 persen pertahun, sedangkan untuk periode 2000-2010 meningkat menjadi sebesar 1,8 persen pertahun. Berdasarkan sensus penduduk yang dilakukan pada tahun 2010 penduduk Kota Pontianak adalah 554.764 jiwa.

Jumlah kendaraan bermotor di Kota Pontianak selalu meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2011 ada sebanyak 544.862 kendaraan bermotor yang tercatat di Direktorat Lalu Lintas Polda Kalimantan Barat diantaranya adalah 475.085 buah sepeda motor, 40.770 mobil penumpang, 2.412 mobil bus dan 26.595 mobil barang.

**Tabel 1.** Pertumbuhan Penduduk dan Kendaraan Kota Pontianak (2000-2011)

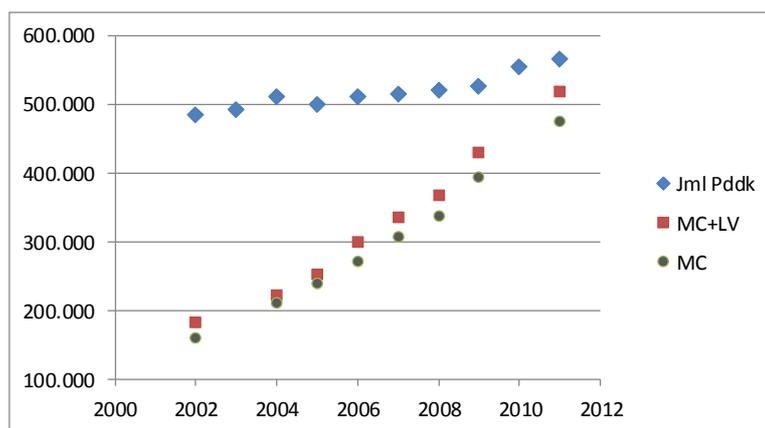
Nama Kota	Pertumbuhan Penduduk	Jenis Kendaraan (kend)		
		Spd Motor	Kend Ringan	Kend Berat
Pontianak	1,8 %	16,39 %	8,20 %	8,61 %

Dari data BPS, pada tahun 2012 tercatat jumlah penduduk 565.856 jiwa sedangkan jumlah sepeda motor dan kendaraan ringan berturut-turut adalah 475.085 dan 43.182 kendaraan atau total 518.267 kendaraan; atau 1 kendaraan pribadi per 1 jiwa penduduk.



**Gambar 1.** Peta Administrasi Kota Pontianak

Adapun perbandingan dari pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi dan pertumbuhan penduduk dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Pertumbuhan Penduduk dan Spd Motor+Kend Ringan di Kota Pontianak

Data grafik diatas menunjukkan bahwa kebutuhan pergerakan hampir sepenuhnya disupport oleh kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan pribadi secara teoritis harus kurang dari atau sama dengan jumlah penduduk dewasa, namun dapat pula dimengerti bahwa 1 orang memiliki 2 kendaraan (misal sepeda motor dan mobil).

## DATA DAN ANALISA

Jika dibandingkan dengan kapasitas jalan, volume lalu lintas yang ada di Kota Pontianak terus meningkat dan semakin mendekati kondisi kritis. Berikut diberikan data tiga ruas jalan utama di Kota Pontianak.

**Tabel 2** Data Volume Lalu Lintas Harian di Ruas Utama Kota Pontianak

Nama Jalan	Sepeda Motor		Kend Ringan		Kend Berat	
	Jumlah	(%)	Jumlah	(%)	Jumlah	(%)
Jl. S.Sy. Abdurahman	57.647	90,25	6.053	9,48	173	0,27
Jl. Imam Bonjol	32.056	77,07	7.945	19,10	1.595	3,83
Jl. Ahmad Yani*	34.796	68,69	14.923	29,46	936	1,85

\*Data volume lalu lintas 1 arah

Tingginya pengguna sepeda motor sebenarnya potensial dalam mempromosikan angkutan umum dikarenakan tingkat kenyamanan kendaraan sepeda motor yang rendah terutama rentan terhadap pengaruh cuaca (panas, hujan) dan pengaruh terpapar emisi gas buang kendaraan.

**Tabel 3.** Data Kinerja Jaringan Jalan Pada Jam Puncak

Nama Jalan	Jenis Kendaraan (smp/jam)			Volume (smp/jam)	C (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
	Spd Mtr	Kd Ringan	Kd Berat			
Jl S.Sy. Abdurahman	1.858,0	523	15,6	2396,6	2952,3	0,81
Jl. Imam Bonjol	1.386,4	836	232,7	2455,1	2952,3	0,83
Jl. Ahmad Yani	1.294,0	1.925	185,0	3404,0	3833,0	0,89

## KARAKTERISTIK TERMINAL ANGKUTAN DARAT

Karakteristik terminal angkutan darat dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

**Tabel 4.** Karakteristik Terminal Angkutan Darat di Kota Pontianak

No	Nama Terminal	Luas Terminal (m <sup>2</sup> )	Jumlah Kend Yg Melayani
1.	Batu Layang	9.134	8*
2.	Siantan	1.777	176
3.	Nipah Kuning	855	111
4.	Pal V	745	4
5.	Pasar Seruni	400	14
6.	Pasar Kemuning	375	3
7.	Pasar Dahlia	691	70
8.	Parit Mayor	525	21
9.	Pasar Cempaka	1.200	221
10.	Harapan Jaya	2.025	77

\*AKDP

**Tabel 5.** Daftar Trayek Oplet Di Kota Pontianak (Berdasarkan Keputusan Walikota Pontianak No. 235 Tahun 2002, Tentang Route Trayek Angkutan Umum Dalam Kota)

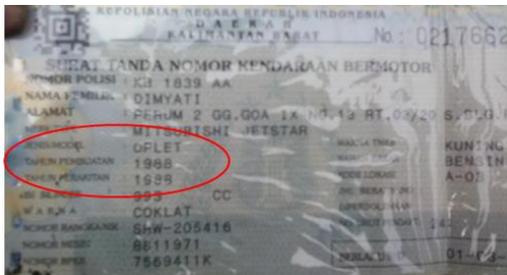
No.	Nama Terminal	Trayek	Kode Trayek
1.	Terminal Kp. Bali	Jl. Merdeka	01
		Jl. Gst. Hamzah	02
		Jl. Jend. A. Yani	03
		Jl. U. Bawadi	04
		Batu Layang	05
		Jl. Sutan Syahrir	06
2	Terminal Kapuas Indah	Term. Nipah Kuning	07
		Jl. KWH Hasyim	08
		Jl. Gajah Mada	09
		Jl. Merdeka	10
		S. Raya Dalam/ RSU Sudarso	11
		S. Raya Dalam /RSU Sudarso Via Jl. U. Suropati	12
		Batu Layang	13
3	Terminal Seroja/ Jl. Teuku Cik Ditiro	Nipah Kuning	14
		S. Raya Dalam/ Terminal RSU Sudarso	15
		Jl. Hasanudin	16
		Jl. 28 Oktober	17
4	Terminal Mahakam	Jl. Tanjung Raya/ Hilir	18
		Parit Mayor	19
		Tanjung Hulu	20
5	Terminal Flamboyan	Jl. Sutan Syahrir	21
		Term. Nipah Kuning	22
		Terminal Kemuning	23
		Parit H. Husin	24
		Terminal Pal V	25
6	Terminal Dahlia	Term. Nipah Kuning	26
		Term. Pasar Kemuning	27
		Term. RSU Sudarso	29
7	Terminal Kemuning	Term. Kemuning- Term RSU Sudarso	30
8	Terminal Batu Layang	Term. Batu Layang – Tjg Hulu/ Parit Mayor	31
		Term. Batu Layang-28 oktober	32
		Term. Batu Layang- Dlm Kota	33
		Term. Batu Layang- Nipah Kuning	34



Gambar 3. Kondisi Terminal Angkot



Gambar 4. Kondisi Angkot



Gambar 5. Umur Kendaraan Angkot (Oplet)



Gambar 6. Terminal Bayangan

Kondisi terminal juga belum optimal dalam memberi pelayanan bahkan kurang layak, termasuk terminal-terminal bayangan yang masih digunakan para sopir angkot untuk menunggu penumpang. Begitu juga dengan sarana angkutan yang telah tua, sebagian besar berumur 25 tahun seperti yang tertera pada Gambar 4 di atas.

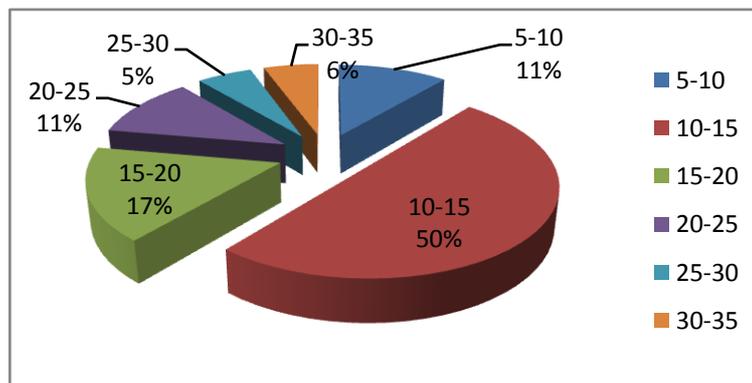
Berdasarkan survey terhadap kinerja angkutan umum oplet di Kota Pontianak, diperoleh data-data sebagaimana yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 6. Waktu Tempuh, Kecepatan dan *Load Factor* Angkutan Umum

No.	Trayek	Panjang Segmen (km)	Waktu tempuh (menit)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	Load Factor Rata-Rata
1.	Terminal Kampung Bali – Jl Gusti Hamzah	9,2	47,82	11,50	0,327
2.	Terminal Kp Bali – Jl Ahmad Yani	15,85	49	19,41	0,365
3.	Terminal Kp Bali – Jl Urai Bawadi	14,3	40,8	21,03	0,260
4.	Terminal Kp Bali – Batu Layang (Siantan)	7,65	32,62	14,07	0,314
5.	Terminal Kp Bali – Jl St Syahrir	10,75	56	11,52	0,152
6.	Terminal Kapuas Indah – Term Nipah Kuning	14,4	63	13,71	0,237
7.	Terminal Kp Indah – Jl KW	7,4	27	16,44	0,420

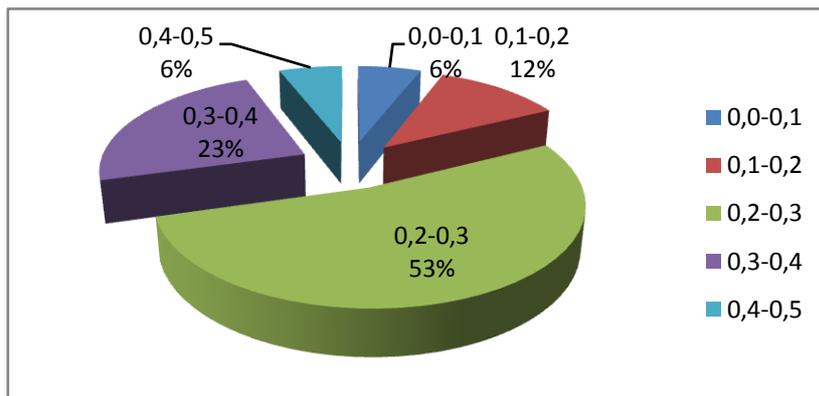
No.	Trayek	Panjang Segmen (km)	Waktu tempuh (menit)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)	Load Factor Rata-Rata
Hasyim					
8.	Terminal Kapuas Indah – Jl Gajahmada	5,6	32	10,50	0,049
9.	Terminal Kp Indah – Sungai Raya Dalam	9,8	45	13,07	0,272
10.	Terminal Kp Indah – Batu Layang	10,9	80	8,175	0,273
11.	Terminal Seroja – Bt layang	14,4	64	13,50	0,210
12.	Terminal Seroja – S. Raya Dalam/ Sudarso	10	48	12,50	0,250
13.	Terminal Seroja – Jl. Hasanuddin	5,8	47	7,40	0,274
14.	Terminal Seroja – Jl 28 Oktober	2,45	5,3	27,74	0,212
15.	Terminal Mahakam – Parit Mayor	7,4	20	22,20	0,116
16.	Terminal Mahakam – Tanjung Hulu	12,3	53	13,92	0,249
17.	Terminal Dahlia – Term. Nipah Kuning	13,4	45,69	17,60	0,4225
18.	Terminal Kakap	28,55	52,52	32,62	0,302

Giannopoulos (1989) menyatakan bahwa ukuran ke-efektifan dari pelayanan angkutan umum bisa dibagi atas 4 hal yaitu ; (1) persentase populasi yang dilayani; (2) jumlah penumpang per area pelayanan; (3) penumpang per kendaraan atau indikator utilisasi pelayanan; dan (4) revenue per unit cost.



**Gambar 7.** Sebaran Frekuensi Rentang Kecepatan Rata-rata Angkutan Umum

Konsekuensi dari kecepatan yang rendah adalah tidak reliablenya pelayanan angkutan umum oplet ini sebagai angkutan ke sekolah atau kantor yang memerlukan angkutan yang terjadwal dan tepat waktu.



**Gambar 8.** Sebaran Nilai Load Factor

Sedangkan nilai Load Factor dengan jelas menunjukkan bahwa lebih dari separuh (53%) memiliki nilai 0,2-0,3 dan hanya 6% yang memiliki nilai load factor 0,4-0,5. Hal ini selain menunjukkan betapa rendahnya minat masyarakat untuk menggunakan angkutan umum juga disebabkan rendahnya tingkat pelayanan dari angkutan umum itu sendiri dan tingginya kemudahan untuk memiliki kendaraan bermotor. Rendahnya nilai load factor juga menunjukkan betapa tidak menguntungkannya bisnis angkutan umum oplet ini dan memerlukan strategi dan masukan dari pemerintah daerah agar pengusaha, sopir angkutan umum oplet dapat memperoleh solusi untuk meningkatkan taraf kehidupannya dan masyarakat mendapatkan pelayanan angkutan umum yang lebih baik, berbasis moda bis dengan memenuhi standar pelayanan minimal.

## STANDAR PELAYANAN MINIMAL (SPM)

### Indikator SPM Yang Harus Di Miliki Pelayanan Angkutan Umum

Indikator SPM untuk angkutan umum perkotaan adalah tolok ukur prestasi kuantitatif dan kualitatif yang digunakan untuk menggambarkan besaran sasaran yang hendak dipenuhi dalam pencapaian suatu SPM tertentu, berupa masukan, proses, hasil dan/atau manfaat pelayanan. Undang-undang 22/2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan memuat hal-hal berkaitan dengan SPM, antara lain tentang:

1. kewajiban bagi perusahaan untuk memenuhi SPM (pasal 141 ayat 1),
2. penyelenggaraan angkutan orang dalam trayek wajib memenuhi SPM (pasal 177)
3. tarif penumpang ditetapkan berdasarkan, salah satunya, pemenuhan atas SPM (pasal 183 ayat 1),
4. jasa angkutan umum harus memenuhi SPM (pasal 198 ayat 1),
5. implementasi SPM perlu dipantau dan dikendalikan (Pasal 198 ayat 2),
6. penyelenggara terminal wajib memenuhi SPM (Pasal 41 ayat 1).

Standar Pelayanan Minimum yang wajib dipenuhi oleh pihak yang menyelenggarakan angkutan umum adalah : (i) keamanan, (ii) keselamatan, (iii) kenyamanan, (iv) keterjangkauan, (v) kesetaraan, (vi) keteraturan.

Standar pelayanan minimal untuk **keamanan** adalah standar minimal untuk menjamin terbebasnya setiap orang dari gangguan perbuatan melawan hukum, dan/atau rasa takut dalam menggunakan angkutan umum. Standar pelayanan minimal untuk **keselamatan** adalah standar minimal untuk menjamin terhindarnya setiap orang yang menggunakan angkutan umum dari risiko kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia, dan faktor

kendaraan. Standar pelayanan minimal untuk **kenyamanan** adalah standar minimal untuk menjamin dimana pengguna angkutan umum merasakan kondisi yang tidak berdesakan, kebersihan, keindahan dan suhu udara yang optimal.

Standar pelayanan untuk **keterjangkauan** adalah standar minimal untuk memenuhi kebutuhan terhindarnya pengguna dari kesulitan mendapatkan akses angkutan umum. Standar pelayanan untuk **kesetaraan** adalah standar minimal untuk menjamin tersedianya sarana fasilitas bagi penyandang cacat, wanita hamil, orang lanjut usia, anak-anak, wanita dan orang sakit. Standar pelayanan untuk **keteraturan** adalah standar minimal untuk menjamin ketepatan waktu pemberangkatan dan kedatangan serta tersedianya fasilitas informasi perjalanan yang terbaru untuk penumpang angkutan umum.

### Standar Pelayanan Secara Kuantitatif

Besaran kuantitatif terdiri atas: jarak berjalan kaki, headway, kecepatan, waktu operasi dan pergantian kendaraan.

**Tabel 7.** Besaran Kuantitatif

No.	Besaran Kuantitatif	Keterangan
1.	Jarak Berjalan Kaki	Dibedakan berdasarkan tata guna lahan dan lokasi. Untuk pusat kegiatan yang sangat padat dengan tata guna lahan pasar dan pertokoan yang terletak di CBD, Kota, sekitar 200-300 m, untuk lahan campuran jarang yang dikarakteristikkan dengan perumahan, ladang, sawah, tanah kosong yang terletak di pinggiran, maka jarak tempat henti sekitar 500-1000 m
2.	Waktu Antara (Headway)	ditentukan berdasarkan ukuran kota. Semakin besar ukuran kota, semakin cepat waktu antaranya.
3.	Kecepatan Perjalanan dan Waktu Tempuh Perjalanan	ditentukan sama untuk semua ukuran kota, yaitu $\geq 20$ km/jam.
4.	Pergantian Kendaraan (Antar Rute)	Diusahakan tidak ada pergantian kendaraan bagi penumpang. Jumlah pergantian kendaraan sebaiknya rata-rata 0-1, dan maksimum 2 kali untuk sekali perjalanan (maksimal 25% penumpang berganti kendaraan sebanyak 2 kali).
5.	Kecepatan perjalanan Rentang Waktu Pelayanan	Semakin besar ukuran kota, semakin lama waktu pelayanan
6.	Kapasitas Kendaraan	ditentukan berdasarkan ukuran kota. Semakin besar ukuran kota, semakin besar kapasitas kendaraan yang dibutuhkan.

### Standar Pelayanan Secara Kualitatif

Hal-hal yang tercakup dalam mengukur pelayanan secara kualitatif meliputi tempat henti, tiket, tarif dan subsidi, informasi dan fasilitas bagi penyandang cacat.

### Ukuran Ketersediaan Fasilitas Publik

Ketersediaan fasilitas publik diukur dari 2 jenis pelayanan, dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8.** Ketersediaan Fasilitas Publik

No.	Ukuran Ketersediaan Fasilitas Publik	
1.	Cakupan geografis	Cakupan geografis adalah persentase populasi yang dapat dijangkau oleh pelayanan rute-rute bus dengan berjalan kaki, maksimum sepanjang 500 meter.

No.	Ukuran Ketersediaan Fasilitas Publik	
2.	Akses menuju tempat kerja	Akses menuju tempat kerja adalah persentase yang dapat dijangkau dengan menggunakan angkutan umum, maksimal dengan waktu perjalanan komuter selama 60 menit
3.	Indeks keterjangkauan	Indeks keterjangkauan adalah persentase pengeluaran untuk biaya transportasi menggunakan angkutan umum terhadap pendapatan bulanan, yang diambil dari 20% penduduk termiskin di perkotaan

Koridor pelayanan, mencakup Jarak antar halte (direkomendasikan 500 meter, sedangkan untuk koridor pengumpan (*feeder*) adalah 300 meter); Waktu operasi yaitu jumlah jam pelayanan angkutan umum dalam satu hari berdasarkan hari kerja (untuk perjalanan ke tempat kerja, melayani seluruh waktu puncak perjalanan) dan hari libur (perjalanan untuk berbelanja); Waktu Antara (*headway*) dimana direkomendasikan untuk trayek utama selama 8 menit, dan trayek pengumpan selama 15 menit.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data kinerja angkutan umum jenis oplet di Kota Pontianak yang ditunjukkan dengan parameter (i) kecepatan; (ii) load factor; (iii) umur kendaraan; (iv) prasarana terminal yang sangat minim dari aspek pelayanan terhadap kenyamanan penumpang, artinya belum terdapat 'good will' dari pemerintah pusat dan daerah ditambah lagi dengan kemudahan dari perusahaan-perusahaan pembiayaan (kredit kendaraan) menyebabkan jaringan jalan begitu cepat menjadi jenuh. Untuk itu perlu secepatnya dilaksanakan program transportasi publik yang memenuhi standar pelayanan minimal (SPM). Perencanaan transportasi dalam jangka panjang dapat lebih ditujukan untuk membangun dan lebih mengoptimalkan fasilitas transportasi perkotaan termasuk *bus priority* dan *pedestrian scheme* (Black, 1981).

## REFERENCES

- Black, J. 1981. *Urban Transport Planning*. London: Croom Helm Ltd.
- BPS Kota Pontianak. Kota Pontianak Dalam Angka 2013. Pontianak
- Giannopoulos, G.A. 1989. *Bus Planning and Operation in Urban Areas*. Bidang Angkutan Dinas Perhubungan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Keputusan Walikota Pontianak No. 235 Tahun 2002, Tentang Route Trayek Angkutan Umum Dalam Kota
- Peraturan Menteri Keuangan No. 43/PMK.010/2012 tentang Uang Muka Pembiayaan Konsumen untuk Kendaraan Bermotor pada Perusahaan Pembiayaan
- Saputra, D. C., 2014. *Rencana Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Atas Dibangunnya Rumah Sakit Mitra Medika Jalan Sultan Syarif Abdurahman*. Skripsi. Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Susantono, B. 2013. *Transportasi dan Investasi: Penerbit Buku Kompas*.
- Warpani, S. 1990. *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Bandung: Penerbit ITB.

## PROBABILITAS PERPINDAHAN PENUMPANG DARI MODA BUS KE MODA KERETA API JURUSAN SURABAYA – MOJOKERTO

**Hera Widyastuti**  
Dept. of Civil Eng. ITS Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo,  
Surabaya 60111  
Phone: 031-5946094  
[hera@ce.its.ac.id](mailto:hera@ce.its.ac.id)

**Cahya Buana  
Istiar  
Wahju Herijanto  
Anak Agung Gde Kartika  
Catur Arif P  
Budi Raharjo**  
Dept. of Civil Eng.  
ITS Surabaya

**Ummatus Sholikhah  
Aldila Riana Prabawati**  
Post Graduate Student of  
Transportation Engineering and  
Management, Civil Engineering ITS  
Phone: 08121511525  
087852434541

### Abstract

Under the terms of the capacity, the railway mode is more efficient in terms of moving passengers and goods as to accommodate more passengers and goods than bus modes. Moreover, when there are obstacles in the road such as road maintenance progress, and hole on the road, flooding, existence of demonstration and others, bus modes will not be able to serve passenger well. However in terms of mobility and flexibility the bus is more flexible than the train because it hasn't limited by the schedule

The government started to build new tracks to reduce the delay in the arrival of trains and increase the frequency of train departures. The new tracks are expected to make better services for passengers and goods. Under these conditions, they need to do research on the possibility displacement modes of transportation on passengers. Stated Preference technique used to obtain data on the willingness of passengers to switch modes by distributing questionnaires to Surabaya-Mojokerto line passengers. Those questionnaire are distributed in three terminals which are Joyoboyo Terminal (Surabaya), Purabaya Terminal, Bungurasih (Sidoarjo), and Kertajaya Terminal (Mojokerto). The obtained data were analyzed using Binary Logistic Regression.

The result shown that respondent who spent 45 minute willing to move from bus to train is 27,13% whilst 60 minute is 48,10%. Considering the money spending of the respondent each time travel using bus in which stated as Rp. 15.000 it's only 12,02% who are willing to move from bus to train.

**Keywords :** *Move mode probability, Stated Preference, Binary Logistic Regression*

### Abstrak

Berdasarkan segi kapasitas, moda kereta api lebih efisien dalam hal memindahkan penumpang dan barang karena lebih banyak menampung penumpang dan barang dibandingkan dengan moda bus. Ketika terdapat hambatan di jalan raya seperti perbaikan jalan, jalan yang rusak dan berlubang, banjir, adanya demo, dan lain-lain, moda bus juga tidak dapat melayani penumpang dengan baik. Akan tetapi dari segi mobilitas dan fleksibilitas, moda bus lebih fleksibel dibanding kereta api karena bus tidak dibatasi oleh jadwal.

Pemerintah mulai membangun jalur kereta api baru untuk mengurangi keterlambatan kedatangan kereta api dan menambah frekuensi keberangkatan kereta api. Jalur baru diharapkan mampu meningkatkan pelayanan terhadap penumpang dan barang. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai kemungkinan perpindahan moda transportasi pada penumpang dari moda bus ke moda kereta api. Teknik Stated Preference digunakan untuk mendapatkan data mengenai kesediaan penumpang berpindah moda dengan melakukan penyebaran kuisioner kepada penumpang bus jurusan Surabaya-Mojokerto. Penyebaran kuisioner dilakukan di tiga terminal yaitu Terminal Joyoboyo (Surabaya), Terminal Purabaya, Bungurasih (Sidoarjo), dan Terminal Kertajaya (Mojokerto). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Regresi Logistik Biner.

Berdasarkan hasil Analisis Regresi Logistik Biner didapatkan persentase penumpang yang menghabiskan waktu selama 45 menit setiap kali melakukan perjalanan dan bersedia berpindah moda yaitu sebesar 27,13%, sedangkan yang menghabiskan waktu selama lebih dari 60 menit setiap kali melakukan perjalanan sebesar 48,10%, lebih lanjut bila dianalisis dari besarnya biaya yang dikeluarkan setiap kali melakukan perjalanan yaitu Rp 15.000, probabilitas yang bersedia berpindah hanya 12,02%.

**Kata Kunci:** *Probabilitas perpindahan moda, Stated Preference, Regresi Logistik Biner*

## **LATAR BELAKANG**

Berdasarkan segi kapasitas, moda kereta api memang lebih efisien dalam hal memindahkan penumpang dan barang karena lebih banyak menampung penumpang dan barang dibandingkan dengan moda bus. Akan tetapi dari segi mobilitas moda, bus lebih fleksibel dibanding kereta api karena bus tidak dibatasi oleh jadwal. Ketika terdapat gangguan di jalan raya seperti perbaikan jalan, jalan yang rusak dan berlubang, banjir, adanya demo, dan lain-lain, moda bus juga tidak dapat melayani penumpang dengan baik. Untuk kereta api, keterlambatan kedatangan kereta api akibat menunggu kereta api lain yang lewat terlebih dahulu juga menjadi salah satu permasalahan yang harus dipikirkan dengan serius. Hal ini menyebabkan harus dilakukannya antisipasi dengan cara membangun jalur kereta api baru untuk jurusan Surabaya – Mojokerto. Alasan dipilihnya rute Surabaya – Mojokerto adalah, kereta api komuter yang bernama “SUMO” (Surabaya Mojokerto yang saat ini masih beroperasi tidak memiliki terlalu banyak peminat akibat jadwal yang tidak sesuai dengan permintaan penumpang. Saat ini pemerintah sudah mulai membangun jalur kereta api baru untuk mengurangi keterlambatan kedatangan kereta dan menambah frekuensi keberangkatan kereta. Dengan adanya jalur kereta api baru ini diharapkan kereta tidak perlu lagi menunggu kereta lain untuk lewat. Sehingga pengangkutan dan pelayanan terhadap penumpang dan barang bisa dimaksimalkan.

Beberapa alasan diatas melatar belakangi perlu diadakannya penelitian mengenai pemilihan moda angkutan penumpang antara kereta api dan bus jurusan Surabaya–Mojokerto serta penelitian mengenai kemungkinan ada atau tidaknya perpindahan moda pada penumpang jurusan Surabaya–Mojokerto. Adanya pemilihan moda transportasi yang digunakan tentunya didasarkan pada kenyataan bahwa pelaku perjalanan mempunyai berbagai macam pertimbangan atau alasan tertentu dari segala atribut yang ada pada kedua moda transportasi tersebut untuk menentukan moda yang akan digunakan dalam melakukan perjalanannya. Dengan memilih moda transportasi yang tepat dan baik, masyarakat khususnya pelaku perjalanan pada jalur Surabaya–Mojokerto diharapkan dapat menghemat dari beberapa hal, baik waktu maupun biaya.

## **TUJUAN**

Mengetahui berapa orang yang mungkin akan berpindah moda dari moda Bus ke moda Kereta Api jurusan Surabaya–Mojokerto.

## **LOKASI STUDI**

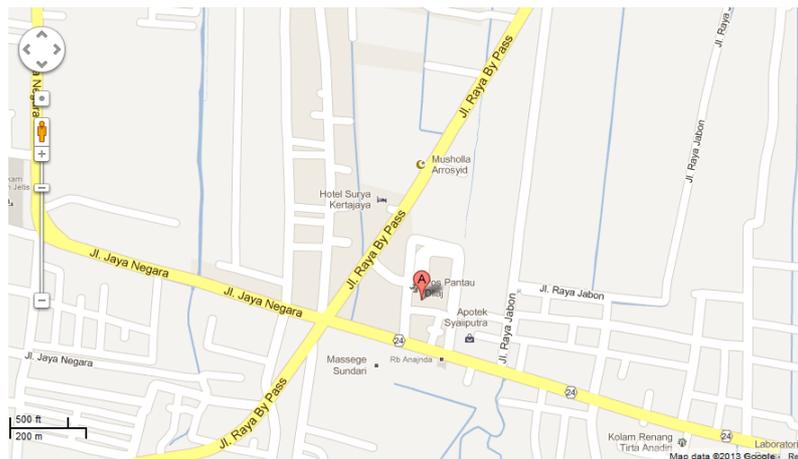
Penelitian ini mengambil lokasi di Surabaya, Sidoarjo, dan Mojokerto, Terminal Bus Joyoboyo, Terminal Bus Purabaya (Bungurasih), dan Terminal Bus Mojokerto. Alasan diambilnya lokasi studi pada 3 terminal diatas adalah untuk mengetahui pergerakan penumpang bus dari Surabaya ke Mojokerto ataupun sebaliknya. Penumpang dari Surabaya bisa langsung naik dari Terminal Joyoboyo, untuk penumpang dari Surabaya yang rumahnya lebih dekat ke Bungurasih, dapat naik dari Terminal Purabaya (Bungurasih), sedangkan penumpang dari Mojokerto bisa naik dari Terminal Kertajaya.



**Gambar 1** Lokasi Terminal Bus Purabaya (Bungurasih), Sidoarjo  
Sumber: <https://www.google.com/maps/search/terminal+bungurasih>, 6 Januari 2014

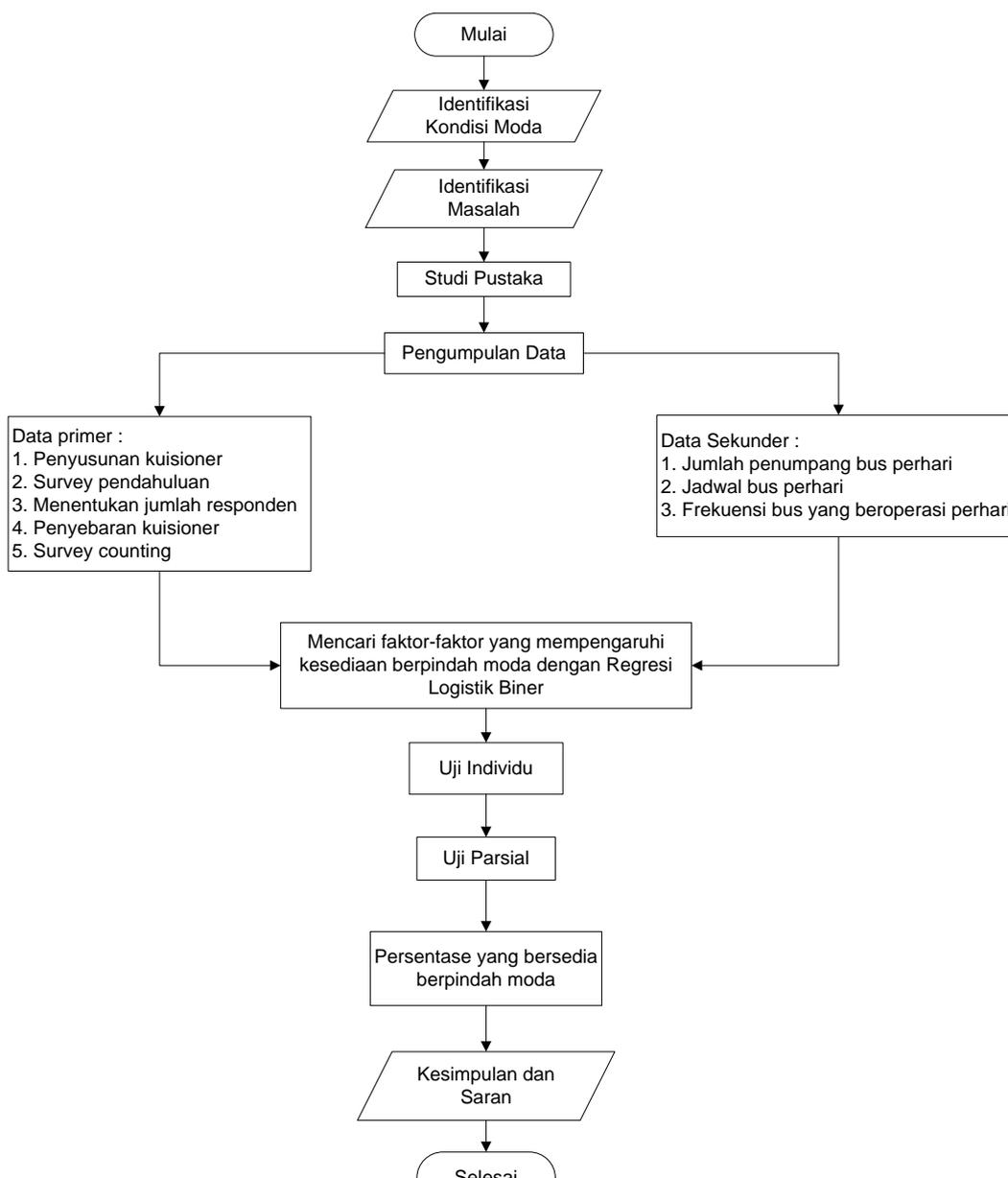


**Gambar 2** Lokasi Terminal Bus Joyoboyo, Surabaya  
Sumber: <https://www.google.com/maps/search/Terminal+Joyoboyo>, 6 Januari 2014



**Gambar 3** Lokasi Terminal Bus Mojokerto  
Sumber: <https://www.google.com/maps/search/Terminal+Mojokerto>, 6 Januari 2014

## METODOLOGI



**Gambar 4** Bagan alir metodologi studi

## PENENTUAN JUMLAH SAMPEL

Pengambilan data dalam penelitian ini dengan melakukan penyebaran kuisisioner kepada penumpang bus jurusan Surabaya–Mojokerto dan sebaliknya. Sebelum dilakukan survey penelitian, perlu dilakukan survey pendahuluan yang tujuannya untuk menentukan jumlah sampel minimum yang harus diambil sebelum melaksanakan survey penelitian.

Survey pendahuluan dilakukan dengan menyebar 30 kuisisioner untuk penumpang pada 3 terminal yaitu Terminal Joyoboyo, Terminal Purabaya, Bungurasih, dan Terminal Kertajaya, Mojokerto, dimana masing-masing terminal disebar sebanyak 10 kuisisioner.

Metode *Probability Sampling* melalui *Convenience Sampling* yaitu dengan kriteria responden yang akan dijadikan subyek sampel harus berada di lokasi penelitian dan

bersedia untuk diwawancarai. Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Probability Sampling* dengan menggunakan metode sampling acak sistematik menurut Cochran (1991). Untuk ukuran sampel minimal, digunakan rumus:

$$n_d = \frac{(Z)^2 pq}{d^2}$$

dimana :

d = batas toleransi yang bisa diterima (5%)

p = proporsi penumpang yang bersedia berpindah moda

q = proporsi penumpang yang tidak bersedia berpindah moda

Dari penyebaran kuisioner sebanyak 30 buah (survey pendahuluan) didapat:

$$p = 0,83$$

$$q = 0,17$$

Maka didapat jumlah sampel minimal yaitu:

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,83 \times 0,17}{0,05^2}$$

$$n = 213,4 \approx 216 \text{ penumpang}$$

Sedangkan ukuran sampel yang dapat diambil jika mengacu pada pendapat Slovin (Sevilla et. Al., 1960:182) sesuai dengan rumus:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

dimana:

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

E = persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir

Dari hasil survey counting didapat:

N (ukuran hari populasi) rata-rata dari counting yang dilakukan selama 3 yaitu 713 penumpang yang melakukan kegiatan di terminal Kertajaya, Mojokerto. Terdiri dari 453 penumpang yang naik dari terminal dan 260 penumpang yang turun di terminal.

$$n = \frac{713}{1 + 713 \times 0,05^2}$$

$$= 256,244 \approx 257 \text{ penumpang}$$

Ukuran populasi mengacu pada tingkat kunjungan penumpang per hari yang diperoleh pada saat melakukan survey counting di terminal Kertajaya, Mojokerto. Akan tetapi karena jumlah sampel dari data populasi terlalu besar, maka diambil jumlah sampel dari survey pendahuluan dengan anggapan 216 responden sudah mampu mewakili responden dengan kegiatan yang ada. 216 responden dibagi menjadi 3 bagian yang terdiri dari 72 reponden untuk Terminal Bus Purabaya (Bungurasih), 72 responden untuk Terminal Bus Joyoboyo, dan 72 responden Terminal Bus Mojokerto.

## ANALISIS DATA

Dari hasil pengambilan data berupa penyebaran kuisioner kepada penumpang bus jurusan Surabaya-Mojokerto dan sebaliknya, berikut adalah karakteristik responden:

Jumlah responden sebanyak 216 orang, terdiri dari 88 orang laki-laki dan 128 orang perempuan. Responden yang menghabiskan biaya kurang dari Rp 10.000 setiap kali melakukan perjalanan sebanyak 25 orang, sedangkan responden yang menghabiskan biaya sebesar Rp 10.000 sebanyak 21 orang, responden yang menghabiskan biaya sebesar Rp 15.000 sebanyak 65 orang, responden yang menghabiskan biaya sebesar Rp 20.000 sebanyak 48 orang, responden yang menghabiskan biaya lebih besar dari Rp 20.000 sebanyak 57 orang. Responden yang menghabiskan waktu kurang dari 30 menit setiap kali melakukan perjalanan sebanyak 9 orang, yang menghabiskan waktu selama 30 menit sebanyak 13 orang, yang menghabiskan waktu selama 45 menit sebanyak 31 orang, yang menghabiskan waktu selama 60 menit sebanyak 86 orang, yang menghabiskan waktu selama lebih dari 60 menit sebanyak 77 orang.

Selanjutnya data dianalisa dengan logit biner sebagaimana rumusan yang disampaikan oleh Ortuzar J. and Willumsen L.G.. (1994). Sebelum menganalisis hasil Regresi Logistik Biner, terlebih dahulu dilakukan analisis untuk mengetahui persentase penumpang yang bersedia berpindah moda.

**Tabel 1** Hasil prediksi ketepatan klasifikasi

Observed		Predicted		Percentage Correct	
		Kesediaan_Berpindah	Tidak		
Step 1	Kesediaan_Berpindah	Ya	124	19	86.7
		Tidak	26	47	64.4
Overall Percentage					79.2

Hasil prediksi tabel 1 diatas menjelaskan tentang ketepatan klasifikasi dari hasil prediksi. Pada data observasi menunjukkan bahwa terdapat 143 orang yang menyatakan bersedia pindah menggunakan moda kereta api dan 73 orang menyatakan tidak bersedia. Akan tetapi pada data prediksi menunjukkan bahwa 150 orang responden bersedia berpindah moda dan sebanyak 66 responden tidak bersedia berpindah moda. Sebanyak 124 responden yang menyatakan bersedia pindah tepat diprediksi bersedia pindah, sementara sisanya sebanyak 19 responden salah diprediksikan (tidak bersedia pindah moda). Begitu pula dengan 47 responden yang pada data observasi menyatakan tidak bersedia pindah menggunakan moda kereta api tepat diprediksi tidak bersedia pindah, sementara sisanya sebanyak 26 responden salah diprediksikan (bersedia pindah moda).

Menurut hasil ketepatan klasifikasi tersebut, data penelitian ini dianggap valid karena syarat minimum persentase rata-rata adalah 70%, sedangkan pada data hasil penelitian ini persentase rata-ratanya sebesar 79,2%.

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat diketahui persentase penumpang bus jurusan Surabaya – Mojokerto dan sebaliknya yang bersedia berpindah moda adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ berpindah moda} = \frac{\text{Prediksi berpindah moda}}{\text{Jumlah total responden}}$$

$$\% \text{ berpindah moda} = \frac{124 + 26}{216}$$

$$\% \text{ berpindah moda} = 69,44\%$$

Sedangkan menurut observasi awal didapatkan persentase yang bersedia berpindah moda sebesar :

$$\% \text{ berpindah moda} = \frac{143}{216}$$

$$\% \text{ berpindah moda} = 66,20\%$$

Karena hasil prediksi lebih besar, maka yang dipakai adalah hasil persentase dari analisis berdasarkan prediksi.

Setelah mendapatkan persentase responden yang bersedia berpindah moda, selanjutnya dilakukan perhitungan populasi penumpang perhari yang didapatkan dari hasil survey counting selama 3 hari berturut-turut.

**Tabel 2** Hasil survey counting

Hari	Penumpang Naik	Penumpang Turun
Rabu	255	454
Kamis	268	447
Jum'at	255	458

Berdasarkan tabel 2 diatas dapat diketahui rata-rata penumpang yang naik dari Terminal Kertajaya menuju Terminal Bungurasih maupun Terminal Joyoboyo yaitu:

$$\text{Rata – rata penumpang naik} = \frac{\Sigma \text{ penumpang naik}}{\Sigma \text{ hari}}$$

$$\text{Rata – rata penumpang naik} = \frac{255 + 268 + 255}{3}$$

$$\text{Rata – rata penumpang naik} = \frac{778}{3}$$

$$\text{Rata-rata penumpang naik} = 259,333 \approx 260 \text{ responden}$$

Sedangkan untuk rata-rata penumpang yang turun dari Terminal Joyoboyo maupun Terminal Bungurasih yaitu sebesar:

$$\text{Rata – rata penumpang turun} = \frac{\Sigma \text{ penumpang turun}}{\Sigma \text{ hari}}$$

$$\text{Rata – rata penumpang turun} = \frac{454 + 447 + 458}{3}$$

$$\text{Rata – rata penumpang turun} = \frac{1.359}{3}$$

$$\text{Rata-rata penumpang turun} = 453 \text{ responden}$$

Jadi total populasi penumpang perhari yaitu rata-rata penumpang naik ditambah dengan rata-rata penumpang turun, sehingga didapat populasinya sebanyak 713 orang/hari.

Setelah persentase responden yang bersedia berpindah moda serta populasi penumpang diketahui selanjutnya dilakukan perhitungan mengenai jumlah populasi penumpang bus jurusan Surabaya–Mojokerto dan sebaliknya yang bersedia berpindah moda.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ berpindah} &= \% \text{ berpindah moda} \times \text{populasi pnp/hari} \\ &= 69,44\% \times 713 \\ &= 495,1072 \\ &\approx 495 \text{ orang/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh jumlah penumpang yang bersedia berpindah moda sebanyak 495 orang dari total populasi penumpang perhari.

Setelah jumlah populasi penumpang perhari yang bersedia berpindah moda telah diketahui, langkah selanjutnya adalah menganalisis berapa jumlah penumpang yang bersedia berpindah moda dengan faktor yang mempengaruhi.

Sebelum dilakukan analisis dengan menggunakan Analisis Logistik Biner, terlebih dahulu dilakukan pengkodean terhadap masing-masing faktor yang akan dianalisis. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai kode dari masing-masing faktor yang akan dianalisis.

Waktu\_tempuh(1) merupakan lama perjalanan setiap kali menggunakan bus yaitu selama 30 menit, waktu\_tempuh(2) selama 45 menit, waktu\_tempuh(3) selama 60 menit, serta waktu\_tempuh(4) selama lebih dari 60 menit.

Biaya\_perjalanan(1) merupakan biaya yang dikeluarkan setiap kali naik bus yaitu sebesar Rp 10.000, biaya\_perjalanan(2) sebesar Rp 15.000, biaya\_perjalanan(3) sebesar Rp 20.000, sedangkan biaya\_perjalanan(4) lebih besar dari Rp 20.000.

**Tabel 3** Hasil uji serentak dari faktor-faktor signifikan

	B	Sig.	Exp(B)
Waktu_Tempuh		0.000	
Waktu_Tempuh(1)	29.195	0.999	32194846457.730
Waktu_Tempuh(2)	3.471	0.028	32.158
Waktu_Tempuh(3)	2.453	0.077	11.625
Waktu_Tempuh(4)	4.383	0.000	80.076
Step 1a			
Biaya_Perjalanan		0.019	
Biaya_Perjalanan(1)	1.467	0.251	4.335
Biaya_Perjalanan(2)	2.468	0.039	11.797
Biaya_Perjalanan(3)	-0.296	0.733	0.744
Biaya_Perjalanan(4)	0.416	0.639	1.516
Constant	-4.459	0.000	0.012

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi responden sebanyak 2 faktor yaitu biaya setiap kali melakukan perjalanan dan waktu tempuh setiap kali melakukan perjalanan. Dua faktor diatas dianggap signifikan karena mempunyai nilai sig <  $\alpha$  dimana nilai  $\alpha$  itu sendiri sebesar 5% (0,05). Uji parsial dilakukan sampai diketahui semua variabel bebas signifikan. Selanjutnya dilakukan permodelan dari hasil uji parsial.

Persamaan dari permodelan hasil uji parsial untuk waktu\_tempuh(4) adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = -4,459 + 4,383 \cdot \text{waktu\_tempuh}(4)$$

Maka peluang responden yang menghabiskan waktu sebanyak 45 menit setiap kali melakukan perjalanan untuk berpindah moda dari moda bus ke moda kereta api jurusan Surabaya-Mojokerto adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(p) &= \ln \frac{p}{1-p} = -4,459 + 4,383 \cdot \text{waktu\_tempuh}(4) \\ &= -4,459 + 4,383 \cdot (1) \end{aligned}$$

$$= -0,076$$

$$P_{(>60\text{menit})} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{(>60\text{menit})} = \frac{1}{1 + e^{0,076}}$$

$$= 0,2713 \text{ (27,13\%)}$$

Dengan cara yang sama dapat dianalisa pula berapa probabilitas responden yang menghabiskan waktu selama lebih besar dari 60 menit setiap kali melakukan perjalanan yang bersedia berpindah ke kereta api, hasilnya menunjukkan 48,10% yang berarti = 48,10% x 495 = 238 orang

Ditinjau dari besarnya biaya, persamaan dari permodelan hasil uji parsial untuk biaya\_perjalanan(2) adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = -4,459 + 2,468 \cdot \text{biaya\_perjalanan}(2)$$

Maka peluang responden yang menghabiskan waktu biaya sebesar Rp 15.000 setiap kali melakukan perjalanan untuk berpindah moda dari moda bus ke moda kereta api jurusan Surabaya–Mojokerto adalah sebesar:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = -4,459 + 2,468 \cdot \text{biaya\_perjalanan}(2)$$

$$= -4,459 + 2,468 \cdot (1)$$

$$= -1,991$$

$$P_{(\text{Rp } 15.000)} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{(\text{Rp } 15.000)} = \frac{1}{1 + e^{1,991}}$$

$$= 0,1202 \text{ (12,02\%)}$$

Dengan cara yang sama dapat dianalisa pula berapa probabilitas responden yang menghabiskan biaya sebesar Rp 15.000 setiap kali melakukan perjalanan yang bersedia berpindah ke kereta api, hasilnya menunjukkan 12,02% yang berarti

$$= 12,02\% \times 495 = 60 \text{ orang}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisis Regresi Logistik Biner didapatkan persentase penumpang yang menghabiskan waktu selama lebih dari 60 menit setiap kali melakukan perjalanan dan bersedia berpindah moda yaitu sebesar 48,10% atau sebanyak 238 orang, sedangkan persentase responden yang menghabiskan biaya sebesar Rp 15.000 setiap kali melakukan perjalanan dan bersedia berpindah moda sebesar 12,02% atau sebanyak 59 orang.

Jumlah responden tidak terlalu banyak yang bersedia untuk berpindah disebabkan karena jadwal keberangkatan kereta api yang tidak sesuai dengan jadwal responden pada umumnya (kurang fleksibel). Selain itu keterlambatan kedatangan kereta juga membuat responden tidak banyak yang bersedia berpindah, serta stasiun yang lokasinya tidak di tengah kabupaten, tidak seperti bus yang dapat berhenti dimana saja dan berhenti di tepi jalan besar yang ramai dan dapat dijangkau responden dengan mudah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Cochran, G. W. 1991. Teknik Penarikan Sampel (Terjemahan) Jilid III. Jakarta: UI-Press.  
<https://www.google.com/maps/search/terminal+bungurasih>, 6 januari 2014  
<https://www.google.com/maps/search/terminal+joyoboyo>, 6 januari 2014  
<https://www.google.com/maps/search/terminal+mojokerto>, 6 Januari 2014
- Ortuzar J. and Willumsen L.G.. (1994) Modeling Transport, Second edition, John Wiley and Sons
- Sevilla, Consuelo G. et. al. 2007. Research Methods. Quenzon City: Rex Printing Company.

## **ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PENGOPERASIAN BUS TRANS SARBAGITA KORIDOR VI**

**I Nyoman Budiarta R.M**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas  
Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran Bali  
Telp: (0361) 703385  
[budiartharm@gmail.com](mailto:budiartharm@gmail.com)

**Putu Asih Anggarini**

Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik Sipil  
Universitas Udayana  
Kampus Sudirman Denpasar-Bali.  
Telp (0361) 224124  
[rini\\_lorentz@yahoo.com](mailto:rini_lorentz@yahoo.com)

**Eka Tamar Agistini**

Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik  
Sipil Universitas Udayana  
Kampus Sudirman Denpasar-Bali.  
Telp (0361) 224124  
[eka\\_tamar@yahoo.com](mailto:eka_tamar@yahoo.com)

**Nyoman Gery Arishandi**

Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik  
Sipil Universitas Udayana  
Kampus Sudirman Denpasar-Bali.  
Telp (0361) 224124  
[arishandigery@yahoo.com](mailto:arishandigery@yahoo.com)

**Dyah Ayu Lestari**

Mahasiswa Pasca Sarjana Teknik  
Sipil Universitas Udayana  
Kampus Sudirman Denpasar-Bali.  
Telp (0361) 224124  
[didia\\_06@yahoo.com](mailto:didia_06@yahoo.com)

### **Abstract**

The study about the arrangement of transportation in Bali especially arrangement of public transportation has been implemented since year 1990, even though most of it still not well implemented. If short-term financial factor become the main consideration, then mass transportation system in Bali will never be built. Mass transportation system need to be done by considering the economic benefit wholly so that public transportation could perform well, such as government subsidies. The purpose of this study is to analyze the financial feasibility of Sarbagita bus Corridor VI that is planned to serve route: Mengwi terminal – Puspem Badung – Ubung terminal – City, Round-Trip with 30 fleets and 24 stops. Data used in this study is secondary data with estimation of 1,620 passengers per day with government rate Rp. 3,500. The outcome from this study shows that Trans Sarbagita bus corridor VI is not feasible, Vehicle Operating Costs (BOK) per year is Rp. 927,308,322,- for one unit and Rp. 24,190,651,895 per year for the entire fleet. So it need government subsidies in the amount of Rp. 35,894,340 per day

**Keywords:** *Trans Sarbagita, Financial Feasibility, Subsidies*

### **Abstrak**

Studi tentang penataan transportasi di Bali khususnya penataan angkutan umum telah dilaksanakan sejak tahun 1990, namun sebagian besar belum terlaksana dengan baik. Jika segi financial jangka pendek menjadi pertimbangan utama, maka sistem angkutan massal di Bali tidak akan pernah bisa dibangun. Sistem angkutan massal harus dilakukan dengan mempertimbangkan keuntungan ekonomi secara menyeluruh agar angkutan umum dapat terlaksana dengan baik, salah satunya adalah subsidi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kelayakan finansial bis Sarbagita Koridor VI yang direncanakan melayani rute terminal Mengwi – Puspem Badung – terminal Ubung – Kota, PP dengan 30 armada dan 24 halte. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dengan estimasi 1,620 penumpang per hari dengan tarif pemerintah Rp. 3,500. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bus Trans Sarbagita koridor VI ditinjau dari segi finansial tidak layak, BOK per tahun sebesar Rp. 927,308,322,- untuk satu unit dan Rp. 24,190,651,895 per tahun untuk seluruh armada. Jadi membutuhkan subsidi pemerintah sebesar Rp. 35,894,340 per hari.

**Kata Kunci:** *Trans Sarbagita, Kelayakan Finansial, Subsidi*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pertumbuhan dan perkembangan kota atau wilayah berimplikasi pada meluasnya kawasan terbangun dan menyebarnya lokasi pemenuhan kebutuhan kehidupan. Kota Denpasar sebagai Ibukota Provinsi menjadi orientasi aktivitas pemerintahan telah berkembang ke arah luar dan membentuk aglomerasi dengan kabupaten disekitarnya. Sesuai dengan Peraturan Presiden RI No. 45 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Denpasar, Badung, Gianyar dan Tabanan, maka kawasan Perkotaan Denpasar, Badung, Gianyar dan Tabanan ditetapkan sebagai kawasan Metropolitan Sarbagita.

Saat ini, kawasan Sarbagita menjadi kawasan yang mengalami perkembangan pesat. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat, peningkatan aktivitas/kegiatan, kebutuhan akan pergerakan dari satu tempat ke tempat lain serta kemudahan dalam proses pembelian kendaraan merupakan faktor meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan pribadi. Sementara itu pertumbuhan ruas jalan tidak sebanding dengan pertumbuhan jumlah kendaraan dan peran angkutan umum sebagai salah satu komponen penting transportasi kian terpuruk dari waktu ke waktu. Dampak yang dirasakan adalah munculnya kemacetan lalu lintas, yang tidak hanya terjadi di pusat kota, tetapi juga terjadi pada ruas jalan penghubung lintas antar kawasan bawahan.

UU 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dalam Pasal 139 mengamanatkan bahwa Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi, Kabupaten/ Kota wajib menjamin tersedianya angkutan umum orang dan barang. Atas dasar tersebut, dipandang perlu adanya suatu terobosan kebijakan untuk menciptakan efisiensi pergerakan melalui pengembangan angkutan umum massal berbasis jalan yang mampu menarik minat pengguna jalan dan mengatasi permasalahan transportasi, khususnya pada kawasan Sarbagita, yang semakin kompleks.

Pemerintah Provinsi Bali melalui Dinas Perhubungan, Informasi dan Komunikasi Provinsi Bali meluncurkan transportasi publik Trans Sarbagita sebagai salah satu solusi memecahkan masalah kemacetan dan upaya penataan angkutan umum di wilayah Sarbagita secara bertahap. Program penataan angkutan umum di wilayah Sarbagita ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja pelayanan angkutan umum, sehingga dapat menjadi kendaraan alternatif pilihan bagi masyarakat menuju transportasi yang berkelanjutan (*sustainable transport*).

Dari 17 rencana trayek utama, sampai dengan saat ini hanya 2 trayek telah beroperasi yaitu : trayek koridor I (Kota – GWK – PP) dan trayek Koridor II Batubulan – Nusa Dua PP Via Sentral Parkir Kuta. Sejak diimplementasikan pada bulan Agustus 2011, Trans Sarbagita dinilai belum maksimal dalam memecahkan masalah transportasi dan melayani kebutuhan masyarakat.

Kedepannya, untuk meningkatkan pelayanan Trans Sarbagita, pada Tahun 2014 direncanakan trayek Sarbagita koridor VI dengan rute Terminal Mengwi - Puspem Badung - Terminal Ubung - Kota PP. Dengan adanya rute ini diharapkan dapat meningkatkan integrasi antara sistem angkutan umum massal (Trans Sarbagita) dengan fasilitas terminal eksisting (Terminal Ubung dan Mengwi). Selain itu, rute ini diharapkan dapat melayani kebutuhan masyarakat dari/ke Terminal Mengwi maupun Ubung menuju kota melalui angkutan umum yang nyaman dan murah.

Jika perjalanan menjadi lancar serta biaya perjalanan menjadi lebih murah, tentu menguntungkan bagi penduduk kota tersebut. Disamping itu, perbaikan sistem angkutan umum massal menjadi solusi tepat dan mutlak guna mengatasi kemacetan lalu lintas perkotaan. Walaupun sebagian besar dari kita paham bahwa penyelenggaraan sistem angkutan umum massal adalah bukan *profit oriented* tapi *public service*, namun biaya yang tinggi dan tidak selalu memberikan keuntungan finansial bagi pemerintah daerah menyebabkan pembangunan angkutan umum massal cenderung lambat dan terkatung-katung. Berlatar belakang hal tersebut diatas, maka perlu kiranya dilakukan suatu penelitian mengenai analisis kelayakan finansial pengoperasian bus Trans Sarbagita Koridor VI, sehingga dapat diketahui kelayakan dari rencana trayek tersebut dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penetapan kebijakan selanjutnya.

## **MATERI DAN METODE**

### **Pengembangan Angkutan Umum Trans Sarbagita**

Saat ini, masyarakat Kota Denpasar dan sekitarnya dalam beraktivitas cenderung tidak memilih menggunakan angkutan umum yang ada, karena memang tidak dapat diandalkan dan beralih menggunakan kendaraan pribadi, sehingga pada akhirnya akan menambah beban perjalanan di masa-masa mendatang. Melihat kondisi di atas dan memperhatikan faktor-faktor pemicunya, maka diperlukan adanya terobosan kebijakan untuk menciptakan efisiensi pergerakan melalui pengembangan angkutan umum massal berbasis “perpindahan penumpang bukan kendaraan” yang mampu menarik minat pengguna jalan. Pengembangan angkutan umum ini telah termuat dan menjadi bagian yang diamanatkan dalam Peraturan Daerah Provinsi Bali Nomor 6 Tahun 2009 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Provinsi Bali Tahun 2005-2025 dan juga dalam Peraturan Daerah Bali Nomor 16 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Bali Tahun 2009-2029 yang implementasinya dituangkan dalam *ACTION PLAN* dan dikemas dalam satu program *ROAD MAP “BACK TO PUBLIC TRANSPORT”*, yang meliputi tahapan proses sbb.:

1. 2009-2010 : Meletakkan Landasan, Memantapkan Rencana dan Sosialisasi.
2. 2011-2013 : Mengkenalkan Layanan, Membangun Citra.
3. 2014-2016 : Memantapkan dan Mengembangkan Layanan.
4. 2016-dst : Public Transport Jadi Pilihan melalui Pengembangan Layanan Berkelanjutan.

Dalam jangka panjang, pengembangan Angkutan Umum Trans SARBAGITA dimaksudkan untuk menciptakan efisiensi perjalanan dan mampu menjangkau seluruh kawasan SARBAGITA dengan konsep :

- Restrukturisasi jaringan trayek angkutan kota Denpasar dan sekitarnya (wilayah SARBAGITA)
- Penggunaan kendaraan dengan kapasitas yang lebih besar dan lebih nyaman.
- Berhenti terbatas pada halte-halte yang ditentukan dan penerapan jadwal perjalanan.
- Tarif terjangkau.
- Penerapan satu manajemen pengelolaan melalui Sistem Pembelian Layanan (Buy the Service) dengan pemberlakuan Standar Pelayanan Minimal (SPM).

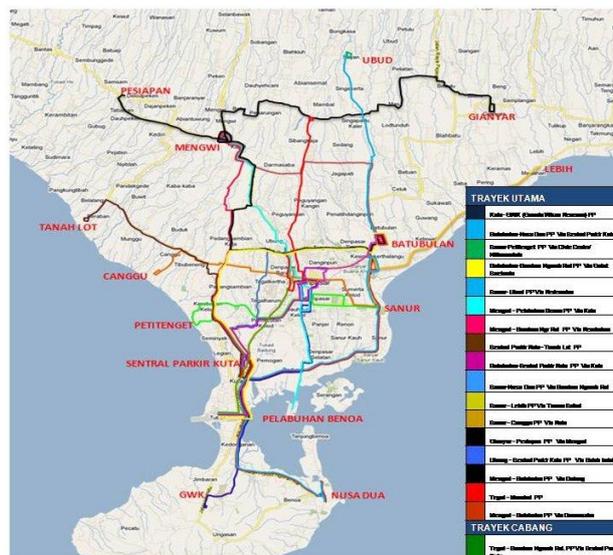
### Jaringan Trayek Angkutan Umum Trans Sarbagita

Rencana jaringan trayek trans sarbagita meliputi jaringan trayek utama, trayek cabang dan trayek ranting dengan perincian, sbb.:

Jaringan Trayek Utama (17 Trayek Dengan Bus Sedang/Besar) :

- Kota – GWK (Garuda Wisnu Kencana) PP
- Batubulan-Nusa Dua PP Via Sentral Parkir Kuta
- Sanur – Petitenget PP Via Civic Center/ Nitimandala
- Sanur – Ubud PP Via Kedewatan
- Gianyar – Pesiapan PP Via Mengwi
- Sanur – Nusa Dua PP Via Bandara Ngurah Rai
- Mengwi – Bandara Ngurah Rai PP Via Kerobokan
- Mengwi – Pelabuhan Benoa PP Via Kota ; i) Mengwi – Batubulan PP Via Darmasaba
- Sanur – Canggu PP Via Kota
- Tegal – Mambal PP
- Sentral Parkir Kuta- Tanah Lot PP
- Sanur – Lebih PP Via Taman Safari
- Batubulan-Bandara Ngurah Rai PP Via Gatot Subroto
- Ubung-Sentral Parkir Kuta PP Via Buluh Indah/Mahendradata
- Mengwi – Batubulan PP Via Dalung
- Batubulan-Sentral Parkir Kuta PP Via Kota.

Ke-17 trayek utama rencananya akan didukung oleh 11 Trayek Cabang dan 25 Trayek Ranting, sehingga jumlah trayek Trans Sarbagita keseluruhan 53 trayek. Saat ini yang baru beroperasi 2 koridor yaitu : Kota - GWK, Batu bulan Nusa Dua dengan 4 trayek pengumpan (lihat pula Gambar 1 Peta Jaringan Trayek Bus SARBAGITA, dibawah ini).



Gambar 1. Trayek Bus Sarbagita

### Standar Kualitas Angkutan Umum

Parameter yang menentukan kualitas pelayanan angkutan umum mengacu pada Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur, Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan tahun 1996. Pada pedoman tersebut berisikan tentang beberapa aspek terukur seperti waktu tunggu, jarak perjalanan, perpindahan moda, waktu perjalanan, *headway* dan kecepatan pada ruas jalan selengkapnya terlihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Standar Kualitas Angkutan Umum

NO	ASPEK	PARAMETER	STANDAR
1.	Waktu Tunggu	Jumlah waktu tunggu penumpang menunggu angkutan di pemberhentian (menit) - Rata-rata - Maksimum	5 – 10 10 – 20
2.	Jarak Perjalanan Menuju Rute Angkutan Kota	Jarak perjalanan menuju rute angkutan kota (meter) - Di pusat kota - Di pinggiran kota	300 - 500 500 – 1000
3.	Pergantian Rute dan Moda Perjalanan	Frekwensi penumpang yang berganti moda dalam perjalanan dari / ke tempat tujuan (kali) - Rata-rata - Maksimum	0 – 1 2
4.	Waktu Perjalanan	Jumlah waktu yang diperlukan dalam perjalanan setiap hari dari / ke tempat tujuan (jam) - Rata-rata - Maksimum	1,0 – 1,5 2 – 3
5.	Headway	Waktu antara kendaraan (menit) - Headway ideal - Headway puncak	5 – 10 2 – 3
6.	Kecepatan	Berdasarkan kelas jalan (km/jam) - Kelas II - Kelas III A - Kelas III B - Kelas III C Berdasarkan jenis trayek (km/jam) - Cabang - Ranting	30 20 – 40 20 10 – 20 20 10

Sumber: Departemen Perhubungan. 1996

### **Kriteria Penilaian Investasi**

Dalam analisis finansial terhadap penyelenggaraan usaha angkutan ada beberapa kriteria yang digunakan dalam menentukan diterima atau tidaknya suatu usulan investasi. Dalam semua kriteria itu baik manfaat ( *benefit* ) maupun biaya ( *cost* ) dinyatakan dalam nilai sekarang ( *present value* ).

### **Analisis Sensitivitas**

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui akibat yang akan merubah suatu keputusan terhadap faktor-faktor atau parameter yang mempengaruhinya, maka setiap pengambilan keputusan pada ekonomi teknik hendaknya disertai dengan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas dapat memberikan gambaran yang mungkin akan terjadi terhadap perubahan suatu alternatif investasi yang belum diketahui sehingga dapat diantisipasi. Parameter-parameter yang biasanya berubah dan perubahannya bisa mempengaruhi keputusan-keputusan dalam analisis kelayakan finansial adalah kenaikan biaya seperti bahan baku, biaya investasi, nilai manfaat, tingkat suku bunga, mundurnya jadwal proyek, dan lain sebagainya.

### **Metode Penelitian**

Pada penelitian ini dicoba dilakukan perhitungan biaya operasional kendaraan ketika Koridor IV Trans Sarbagita ini diterapkan, dari hasil perhitungan BOK ini akan dilihat bagaimana kelayakan finansial dari dibukanya Koridor IV. Sehingga dapat diketahui apakah investasi ini layak secara finansial.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

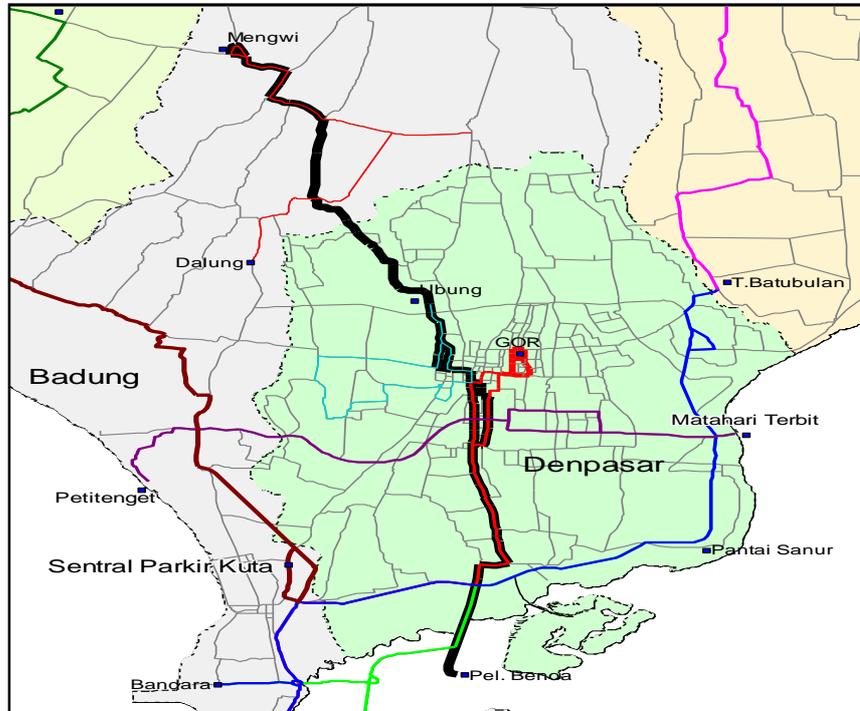
Dari gambar 2. dapat dilihat rute perencanaan yang akan dilayani oleh bus Trans Sarbagita, sehingga selanjutnya dapat di analisis mengenai biaya operasional akibat perencanaan trayek baru.

Biaya operasi kendaraan adalah biaya yang secara ekonomi terjadi dengan dioperasikannya kendaraan pada kondisi normal. Pada penelitian ini, kendaraan yang digunakan adalah bus besar (50 orang). Perhitungan biaya operasi kendaraan dihitung dengan menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya, dimana biaya operasi kendaraan tiap tahun merupakan total penjumlahan biaya tetap dan komponen variable biaya lainnya tiap tahun.

### **Pendapatan**

Pendapatan dihitung berdasarkan jumlah penumpang dikalikan tarif. Besarnya tarif trans sarbagita yang ditetapkan pemerintah adalah Rp 3.500,00. Dengan asumsi load faktor Trans Sarbagita yang diperkirakan sekitar 20% maka jumlah penumpang Trans Sarbagita Koridor VI per hari berjumlah 2.700 penumpang dengan pendapatan per hari Rp. 9.450.000,-

Dalam memprediksi pendapatan juga perlu diketahui rata-rata pertumbuhan *demand*, yang diperkirakan mengalami pertumbuhan 5% tiap tahun. Tabel 3 menunjukkan pendapatan Trans Sarbagita koridor VI selama 7 tahun, dimana pendapatan terus mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan jumlah penumpang dan tarif. Tarif diasumsikan naik Rp. 500 di tahun ke-4. Pada tahun 2021 diperkirakan besarnya pendapatan adalah Rp. 5.470.806.443,-



Gambar 2. Rute Trayek Bus Sarbagita

#### A. KARAKTERISTIK KENDARAAN

1. Type	:	Bus Besar
2. Jenis pelayanan	:	Transportasi Cepat dan Nyaman
3. Kapasitas/daya angkut	:	50,00 orang
4. Penumpang, Load Factor = 20%	:	10,00 orang

#### B. PRODUKSI

1. Km-tempuh/rit	:	49,27 km
2. Frekwensi / hari	:	10,00 rit
3. Km-tempuh/hari + 3%	:	507,48 Km / hari
4. Hari Operasi / bulan	:	30,00 hari
5. Hari Operasi / tahun	:	360,00 hari
6. Km-tempuh/bulan	:	15.224,43 Km
7. Km-tempuh/tahun	:	182.693,16 Km
8. Penumpang/rit	:	10,00 pnp
9. Penumpang/hari (PH)	:	100,00 pnp
10. Penumpang/bulan(PB)	:	3.000,00 pnp
11. Penumpang/tahun(PT)	:	36.000,00 pnp

**Tabel 2.** Perhitungan BOK

N0	Keterangan	Koridor VI (Rp.Seat.Km)	Koridor VI (Rp.per tahun)/Bus
1	BIAYA LANGSUNG		
	Penyusutan	Rp. 3.968	Rp. 142.857.143
	Bunga Modal	Rp. –	RP. –
	Awak Bus	Rp. 2.193	Rp. 78.960.000
	BBM	Rp. 6.978	Rp. 251.203.095
	Ban	Rp. 2.956	Rp. 109.615.896
	Service kecil	Rp. 239	Rp. 8.610.000
	Service besar	Rp. 109	Rp. 3.914.000
	Overhaul mesin	Rp. 708	Rp. 25.500.920
	Overhaul Body	Rp. 1.903	Rp. 68.509.935
	Overhaul Body	Rp. 510	Rp. 18.360.000
	Penambahan Olie Mesin	Rp. 100	Rp. 3.600.000
	Cuci bus	Rp. 465	Rp. 16.750.000
	Penggantian suku cadang	Rp. 688	Rp. 24.750.000
	Pemeliharaan Body	Rp. 500	Rp. 18.000.000
	Pemeliharaan Body	Rp. –	Rp. -
	Retribusi terminal	Rp. 69	Rp. 2.500.000
	Retribusi ijin trayek	Rp. 6	Rp. 200.000
	Biaya PKB (STNK)	Rp. 694	Rp. 25.000.000
	Keir	Rp. 22.087	Rp. 798.330.989
	Asuransi		
	Jumlah Biaya Langsung		
2	BIAYA TIDAK LANGSUNG		
	Biaya Pegawai	Rp. 194	Rp. 6.988.889
	Biaya Pengelolaan Peralatan dan Gedung	Rp. 29	Rp. 1.035.185
	Jumlah Biaya Tidak Langsung	Rp. 223	Rp. 8.024.074
3	Jumlah Biaya Langsung dan tidak Langsung	Rp. 22.310	Rp. 806.355.063
4	Tarif (Biaya pokok + Keuntungan)	Rp. 25.657	Rp. 927.308.323
	TARIF PEMERINTAH	Rp. 3.500	

Sumber : Analisis 2014

### Analisis Kelayakan

Analisis finansial dilakukan untuk meninjau kelayakan proyek dari sisi penanam modal (investor) yaitu sejauh mana keuntungan yang diperoleh atas investasi yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini kriteria investasi ditentukan berdasarkan nilai dari 3 (tiga) kriteria yaitu Net Present Value (NPV), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Internal Rate of Return (IRR).

Komponen biaya dalam analisis finansial adalah semua pengeluaran yang merupakan biaya yang diperlukan untuk membangun suatu proyek atau usaha. Komponen biaya ini terdiri antara lain atas biaya investasi awal yaitu biaya yang dikeluarkan di awal pembangunan dan BOK. Biaya investasi awal terdiri dari biaya uang muka pembelian kendaraan, pengadaan halte, rambu dan marka seperti yang ditampilkan Tabel 3.

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa kebutuhan dana untuk pembelian layanan Trans Sarbagita Koridor VI sebesar Rp 927.308.323,- per tahun untuk satu bus. Sehingga untuk seluruh armada Trans Sarbagita Koridor VI biaya pembelian layanan sebesar Rp. 24.190.651.895,-.

**Tabel 3.** Biaya Investasi Awal

No	Jenis Biaya	Total
1	Pengadaan Kendaraan	37.500.000.000
2	Pengembangan halte dan bus priority pada 8 simpang	5.100.000.000
		42.600.000.000

Sumber : Analisis 2014

**Tabel 4.** Buy the Service oleh Pemerintah

No	Komponen	Bus Besar	Ket.
		Koridor VI (Rp)	
I	Biaya Tetap	798.330.989	Per tahun
II	Biaya Tidak Tetap	8.024.074	Per tahun
Total I+II		806.355.063	Per tahun
Total (I+II)+15%		927.308.322	Per tahun
Total BOK		24.190.651.895	Per tahun

Sumber: Hasil Kompilasi data

Dapat dilihat pada Tabel.2 bahwa kebutuhan dana untuk pembelian layanan sebesar Rp 927.308.322,- per tahun per satu unit bus Trans Sarbagita dan Rp 24.190.651.895 per tahun untuk total 30 unit armada.

Pada Tabel 5, dapat dilihat hasil perhitungan analisis kelayakan pengoperasian trayek koridor VI dengan jumlah investasi awal sebesar Rp. 42.600.000,- dan biaya pengeluaran tiap tahun memperhitungkan BOK dan kenaikannya tiap tahun, serta menggunakan nilai DR 14% maka didapat nilai NPV (166.155.511.315) < 0, nilai BCR 0.11170 < 1.

### Analisis Sensitivitas

Dalam analisis ini, digunakan tiga kondisi yang dapat menguji pengaruh dari parameter yang akan merubah suatu keputusan yaitu : kondisi dimana benefit turun 20%, kondisi dimana cost naik 20% dan yang terakhir kondisi dimana cost naik 20% dan benefit turun 20%.

Pada Tabel 6, diperlihatkan perhitungan analisis sensitivitas investasi pengadaan angkutan Trans Sarbagita di koridor VI dimana terdapat kenaikan biaya sebesar 20% yang mana akan

*The 17<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, Jember University, August 23, 2014*

mempengaruhi hasil nilai NPV, BCR dan IRR, namun masih tidak memenuhi persyaratan layaknya suatu investasi. Begitu juga yang diperlihatkan pada Tabel 7 dan tabel 8 yang dimana terdapat penurunan 20 % manfaat maupun kondisi dimana cost bertambah 20% serta benefit

**Tabel 5.** Analisis Kelayakan Finansial

Tahun	Pendapatan (B)	Pengeluaran (C)			Net Cash Flow	DR 14%	Nilai sekarang DR 14%	
		Investasi	BOK/th	Total Pengeluaran			Pengeluaran (Rp)	Manfaat (Rp)
	1	2	3	4 = 2+3	6 = 1-5	7	8 = 5*7	9 = 1*7
2014	3,402,000,000	42,600,000,000	24,190,651,895	66,790,651,895	(63,388,651,895)	1.000	66,790,651,895	3,402,000,000
2015	3,572,100,000	-	25,279,231,231	25,279,231,231	(21,707,131,231)	0.877	22,174,764,237	3,133,421,053
2016	3,750,705,000	-	26,416,796,636	26,416,796,636	(22,666,091,636)	0.769	20,326,867,218	2,886,045,706
2017	3,938,240,250	-	27,605,552,485	27,605,552,485	(23,667,312,235)	0.675	18,632,961,616	2,658,199,993
2018	4,725,888,300	-	28,847,802,347	28,847,802,347	(24,121,914,047)	0.592	17,080,214,815	2,798,105,255
2019	4,962,182,715	-	30,145,953,452	30,145,953,452	(25,183,770,737)	0.519	15,656,863,580	2,577,202,209
2020	5,210,291,851		31,502,521,357	31,502,521,357	(26,292,229,507)	0.456	14,352,124,949	2,373,738,877
2021	5,470,806,443		32,920,134,819	32,920,134,819	(27,449,328,375)	0.400	13,156,114,536	2,186,338,439
<b>Total</b>							<b>188,170,562,847</b>	<b>22,015,051,532</b>

NPV = **(166,155,511,315)**  
 BCR = **0.1170**  
 IRR =

Sumber : Hasil Kompilasi Data, 2014

**Tabel 6.** Analisis Sensitivitas Cost Naik 20%

Tahun	Pendapatan (B)	Pengeluaran (C)					DR 14%	Nilai sekarang DR 14%	
		Investasi	BOK/th	Total Pengeluaran 4 = 2+3	Biaya naik 20%	Net Cash Flow 6 = 1-5		Pengeluaran (Rp) 8 = 5*7	Manfaat (Rp) 9 = 1*7
2014	3,402,000,000	42,600,000,000	24,190,651,895	66,790,651,895	80,148,782,275	76,746,782,275	1.000	80,148,782,275	3,402,000,000
2015	3,572,100,000	-	25,279,231,231	25,279,231,231	30,335,077,477	26,762,977,477	0.877	26,609,717,085	3,133,421,053
2016	3,750,705,000	-	26,416,796,636	26,416,796,636	31,700,155,963	27,949,450,963	0.769	24,392,240,661	2,886,045,706
2017	3,938,240,250	-	27,605,552,485	27,605,552,485	33,126,662,982	29,188,422,732	0.675	22,359,553,939	2,658,199,993
2018	4,725,888,300	-	28,847,802,347	28,847,802,347	34,617,362,816	29,891,474,516	0.592	20,496,257,778	2,798,105,255
2019	4,962,182,715	-	30,145,953,452	30,145,953,452	36,175,144,143	31,212,961,428	0.519	18,788,236,296	2,577,202,209
2020	5,210,291,851	-	31,502,521,357	31,502,521,357	37,803,025,629	32,592,733,778	0.456	17,222,549,938	2,373,738,877
2021	5,470,806,443	-	32,920,134,819	32,920,134,819	39,504,161,782	34,033,355,339	0.400	15,787,337,443	2,186,338,439
<b>Total</b>								225,804,675,416	22,015,051,532
<b>NPV =</b>								<b>-203.789.623.884</b>	
<b>BCR =</b>								<b>0.0975</b>	
<b>IRR =</b>									

Sumber : Hasil Kompilasi Data, 2014

**Tabel 7.** Analisis Sensitivitas Benefit Turun 20%

Tahun	Pendapatan (B)	Manfaat turun 20%	Pengeluaran (C)			Net Cash Flow	DR 14%	Nilai sekarang DR	
			Investasi	BOK/th	Total Pengeluaran			Pengeluaran (Rp)	Manfaat (Rp)
	1	2	3	4	5 = 3+4	6 = 2-5	7	8 = 5*7	9 = 2*7
2014	3,402,000,000	2,721,600,000	42,600,000,000	24,190,651,895	66,790,651,895	64,069,051,895	1.000	66.790.651.895	2.721.600.000
2015	3,572,100,000	2,857,680,000	-	25,279,231,231	25,279,231,231	22,421,551,231	0.877	22,174,764,237	2,506,736,842
2016	3,750,705,000	3,000,564,000	-	26,416,796,636	26,416,796,636	23,416,232,636	0.769	20,326,867,218	2,308,836,565
2017	3,938,240,250	3,150,592,200	-	27,605,552,485	27,605,552,485	24,454,960,285	0.675	18,632,961,616	2,126,559,994
2018	4,725,888,300	3,780,710,640	-	28,847,802,347	28,847,802,347	25,067,091,707	0.592	17,080,214,815	2,238,484,204
2019	4,962,182,715	3,969,746,172	-	30,145,953,452	30,145,953,452	26,176,207,280	0.519	15,656,863,580	2,061,761,767
2020	5,210,291,851	4,168,233,481	-	31,502,521,357	31,502,521,357	27,334,287,877	0.456	14,352,124,949	1,898,991,101
2021	5,470,806,443	4,376,645,155	-	32,920,134,819	32,920,134,819	28,543,489,664	0.400	13,156,114,536	1,749,070,751
<b>Total</b>								188,170,562,847	17,612,041,226
NPV = (170,558,521,621)									
BCR = 0.0936									

Sumber : Hasil Kompilasi Data, 2014

**Tabel 8.** Analisis Sensitivitas Benefit Turun 20%, Cost Naik 20%

Tahun	Pendapatan (B)	Manfaat turun 20%	Pengeluaran (C)			Net Cash Flow	DR 14%	Nilai sekarang DR 17%		
			Investasi	BOK/th	Total Pengeluaran			Biaya naik 10%	Pengeluaran (Rp)	Manfaat (Rp)
	1	2	3	4	5 = 3+4	7 = 2-6	8	9 = 6*8	10 = 2*8	
2014	3.402.000.000	2.721.600.000	42.600.000.000	24.190.651.895	66.790.651.895	80.148.782.275	77.427.182.275	1.000	80,148,782,275	2,721,600,000
2015	3.572.100.000	2.857.680.000	-	25.279.231.231	25.279.231.231	30.335.077.477	27.477.397.477	0.877	26,609,717,085	2,506,736,842
2016	3.750.705.000	3.000.564.000	-	26.416.796.636	26.416.796.636	31.700.155.963	28.699.591.963	0.769	24,392,240,661	2,308,836,565
2017	3.938.240.250	3.150.592.200	-	27.605.552.485	27.605.552.485	33.126.662.982	29.976.070.782	0.675	22,359,553,939	2,126,559,994
2018	4.725.888.300	3.780.710.640	-	28.847.802.347	28.847.802.347	34.617.362.816	30.836.652.176	0.592	20,496,257,778	2,238,484,204
2019	4.962.182.715	3.969.746.172	-	30.145.953.452	30.145.953.452	36.175.144.143	32.205.397.971	0.519	18,788,236,296	2,061,761,767
2020	5.210.291.851	4.168.233.481	-	31.502.521.357	31.502.521.357	37.803.025.629	33.634.792.148	0.456	17,222,549,938	1,898,991,101
2021	5.470.806.443	4.376.645.155	-	32.920.134.819	32.920.134.819	39.504.161.782	35.127.516.628	0.400	15,787,337,443	1,749,070,751
<b>Total</b>								<b>225,804,675,416</b>	<b>17,612,041,226</b>	

NPV = -208,192,634,191  
 BCR = 0,0780  
 IRR =

Sumber : Hasil Kompilasi Data, 2014

turun 20% juga memperlihatkan ketidaklayakan investasi secara finansial, sehingga diperlukan perhitungan subsidi.

### **Analisa Kebutuhan Subsidi**

Dari hasil perhitungan diatas diketahui bahwa apabila menggunakan pola alternatif dimana pihak swasta menanggung beban investasi maupun BOK dengan menggunakan tarif sebesar Rp.3.500, dihasilkan analisis perhitungan tidak layak secara finansial. Dari kondisi tersebut dapat dihitung besaran subsidi atau besaran anggaran pemerintah untuk merealisasikan program tersebut dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Subsidi} &= \text{Tarif BOK} - \text{Tarif Pemerintah} \\ &\quad \times \text{Jumlah penumpang/hari} \\ &= \text{Rp } 25.657 - \text{Rp } 3.500 \times 1.620 = \text{Rp } 22.157 \times 1.620 \\ &= \text{Rp } 35.894.340/\text{hari}\end{aligned}$$

Dimana kebutuhan subsidi oleh Pemerintah dalam pelaksanaan angkutan Trans Sarbagita pada koridor VI sebesar Rp. 35.894.340 per hari nya.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Dari hasil analisis dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan analisis finansial dengan kriteria investasi NPV, BCR dan IRR yang telah dilakukan dengan skenario tarif Rp.3500,- tidak layak secara finansial, didapat nilai NPV Rp (166.155.511.315)<0, BCR 0.0936<1, sehingga perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap perhitungan BOK, serta perlu adanya perhitungan subsidi oleh Pemerintah.
2. Berdasarkan analisis sensitivitas dimana Benefit turun 20%, Cost naik 20% serta Benefit turun 20% dan Cost naik 20% didapatkan hasil alternatif tidak layak secara finansial, maka perlu dilakukan kajian ulang terhadap parameter-parameter yang mungkin akan berubah dari tahap perencanaan sampai dengan tahap pelaksanaan dan pegerasian.

### **Saran :**

Berdasarkan simpulan yang didapat, beberapa saran yang perlu diusulkan :

1. Perlu dilakukan sosialisasi terlebih dahulu untuk mengetahui potensi demand penggunaan Trans Sarbagita pada koridor VI yang menggunakan rute terminal Mengwi-Puspem-Terminal Ubung-Kota .
2. Perlu dilakukan analisis dampak lingkungan dalam penggunaan Bus Trans Sabagita di daerah sekitarnya.
3. Perencanaan yang dilakukan harus disesuaikan dengan parameter-parameter sensitivitas yang akan berdampak pada keputusan yang akan diambil Pemerintah.
4. Pengadaan subsidi dalam pelaksanaan angkutan umum oleh pemerintah diharapkan dapat meningkatkan pelayanan, fasilitas maupun peningkatan jumlah pengguna (dilihat dari tarif).

## **DAFTAR PUSTAKA**

Angkutan Jalan. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

Bali Post. Nopember 2011. *Dinas Perhubungan Rancang Angkutan Sekolah (Bali Post)*.  
<http://www.balipost.co.id/mediadetail.php?module=detailberita&kid=2&id=41096>.

Accessed on 30/10/2013.

Departemen Perhubungan. 1996a. Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. HK. 105/DRJD/1996, *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum Penumpang di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur*.

Departemen Perhubungan. 2007. Surat Keputusan No. 967/AJ.202/DRJD/2007 tentang *Pedoman Penyelenggaraan Angkutan Sekolah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

LPM – ITB. 1997. *Studi Kelayakan Proyek Transportasi*. Bandung: Lembaga Pengabdian Masyarakat ITB bekerjasama dengan Kelompok Bidang Keahlian Rekayasa Transportasi Jurusan Teknik Sipil ITB.

Pradnyana, I Dewa Ketut Adi. 2011. *Analisis Pengoperasian Angkutan Kota Anak Sekolah Di Kota Denpasar (Studi Kasus : Kawasan Pendidikan Jalan Kamboja)*. Denpasar : Universitas Udayana.

Warpani, S.P. 2002. *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Penerbit ITB, Bandung.

# **KEMAUAN BERJALAN KAKI PENUMPANG ANGKUTAN PERKOTAAN (STUDI KASUS PENUMPANG ANGKUTAN PERKOTAAN DI YOGYAKARTA)**

**Imam Basuki**

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari 44, Yogyakarta 55281

Telp : (0274) 487711

[imbas2004@gmail.com](mailto:imbas2004@gmail.com)

## **Abstract**

The size of the quality urban transport services can be divided into two major categories, quantitative measures and qualitative measures. Quantitative aspects of the measures is that the service can be assessed with a number and size of the qualitative measures is an assessment of the difficult aspects of the service can not even expressed in a value size figures. In this paper discussed a way to specify a standard rating scale quantitative research from a desire urban passenger transport in Yogyakarta in terms of walking with a questionnaire based on the values of the existing benchmark values that already exist. Results scale assessment as benchmarks of walking distance for urban passenger transport in Yogyakarta with the level of service A (< 225 meters), the level of service B ( 225-325 meters ), the level of service C ( 325-475 meters ) and the level of service D (>475meters). Results quantitative performance value scale urban transportation, can be made as a benchmark for assessing a condition urban transport areas in other cities along the scale and conditions of a city that is considered similar.

**Key Words:** *urban transportation, quantitative measures, walking distance, rating*

## **Abstrak**

Ukuran dari kualitas pelayanan transportasi perkotaan dibagi menjadi dua kategori utama, ukuran kuantitatif dan kualitatif. Aspek kuantitatif dapat diukur dari pelayanan yang dapat dinilai dengan jumlah dan aspek kualitatif adalah penilaian dari aspek layanan yang sulit bahkan tidak dapat dinyatakan dalam angka ukuran nilai.

*Dalam makalah ini dibahas salah satu cara menentukan suatu patokan skala penilaian (tolok ukur) kuantitatif kemauan berjalan kaki dari sebuah penelitian keinginan penumpang angkutan perkotaan di kota Yogyakarta dengan menggunakan kuesioner berdasarkan nilai-nilai patokan yang sudah ada.*

Hasil skala penilaian (tolok ukur) kuantitatif kemauan berjalan kaki penumpang angkutan perkotaan di kota Yogyakarta adalah dengan tingkat layanan A (< 225 meter), tingkat layanan B (225 – 325 meter), tingkat layanan C (325 – 475 meter) dan tingkat layanan D ( > 475meter).

Hasil skala nilai kinerja kuantitatif transportasi perkotaan, dapat dijadikan patokan untuk menilai kondisi daerah transportasi perkotaan di kota-kota lain di sepanjang skala dan kondisi kota yang dianggap serupa.

**Kata Kunci:** *transportasi perkotaan , ukuran kuantitatif , jarak berjalan kaki , rating skala*

## **PENDAHULUAN**

Kemauan berjalan kaki penumpang angkutan umum perkotaan merupakan salah satu ukuran kualitas pelayanan angkutan perkotaan yang terukur (quantitative measures), dimana bahwa aspek pelayanan dapat dinilai dengan suatu ukuran angka sedangkan sebaliknya qualitative measures adalah suatu penilaian aspek pelayanan yang sulit bahkan tidak dapat dinyatakan dalam suatu nilai ukuran angka.

Kemauan berjalan kaki adalah keinginan penumpang dalam berjalan kaki dari asal ke tempat/halte untuk mendapatkan angkutan terdekat dan berjalan kaki dari perhentian akhir menuju tujuan. Kemauan berjalan kaki ini dipengaruhi banyak hal terutama masalah lingkungan. Kebiasaan masyarakat setempat sangat berpengaruh dalam manusia untuk melakukan aktivitasnya, masalah harga diri atau gengsi juga sangatlah mungkin karena ada semacam anggapan bahwa berjalan kaki atau menggunakan angkutan umum dipandang sebagai bagian dari masyarakat yang mempunyai tingkat kehidupan yang rendah. Kondisi iklim lingkungan juga memberikan tingkat kenyamanan tertentu bagi pejalan kaki, bagi negara tropis seperti Indonesia juga bisa menjadi masalah yang mempengaruhi akan kebiasaan orang untuk berjalan kaki. Masalah kenyamanan berjalan kaki juga dipengaruhi oleh kondisi panas matahari yang diterima oleh pejalan kaki sehingga penghijauan akan memberikan efek kerindangan yang melindungi pejalan kaki sehingga nyaman untuk melakukannya.

Seberapa jauh keinginan masyarakat Indonesia dalam melakukan aktivitas berjalan kaki saat menuju tempat untuk mendapatkan angkutan? Acuan keinginan masyarakat untuk berjalan kaki selama ini yang terjadi adalah kita senantiasa mempunyai acuan atau standar penilaian suatu kualitas yang kuantitatif dari peraturan yang ada dimana kita tidak tahu darimana angka-angka tersebut berasal. Bahkan mungkin angka-angka kuantitatif tersebut diambil dari suatu studi di luar negeri yang mana apabila diterapkan dengan kondisi kita mungkin tidak sesuai keadaannya. Dengan dasar tersebut akan timbul suatu pertanyaan, bagaimana cara menilai suatu keinginan dari pengguna angkutan perkotaan dalam suatu besaran kuantitatif sehingga bisa menjadi suatu patokan dalam menilai kualitas pelayanan?

Dalam makalah ini dibahas salah satu cara menentukan suatu patokan skala penilaian (tolok ukur) kuantitatif kemauan berjalan kaki dari sebuah penelitian keinginan penumpang angkutan perkotaan di kota Yogyakarta dengan menggunakan kuesioner untuk angkutan reguler dan angkutan Trans Jogja (BRT modified).

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut Transit Capacity and Quality of Service Manual (2003) pada dasarnya ukuran kualitas pelayanan angkutan perkotaan dapat dibagi dalam dua kategori besar, yaitu kualitas pelayanan yang terukur (quantitative measures) dan yang tidak terukur (qualitative measures). Quantitative measures adalah bahwa aspek pelayanan dapat dinilai dengan suatu ukuran angka sedangkan sebaliknya qualitative measures adalah suatu penilaian aspek pelayanan yang sulit bahkan tidak dapat dinyatakan dalam suatu nilai ukuran angka.

Dalam Basuki (2009), kualitas pelayanan angkutan perkotaan diukur dalam suatu proses manajemen yang berkesinambungan mulai dari perencanaan, penerapan dan evaluasi. Proses tersebut meliputi prasarana dan sarana dalam pengoperasian angkutan perkotaan. Dimana dalam proses penerapan perencanaan tersebut melibatkan orang-orang yang terlibat sebagai penilai yang merasakan kualitas pelayanan bus perkotaan, yaitu penumpang/konsumen bus perkotaan secara langsung, operator yang mengoperasikan bus perkotaan, pihak regulator yang menentukan kebijakan dalam pengoperasian bus perkotaan dan juga pihak diluar yang terlibat langsung dalam pengoperasian bus perkotaan seperti pemakai lalu lintas lain.

Secara umum, setiap orang menginginkan berjalan tidak jauh ke tempat henti. Namun demikian, berdasarkan tingkat kepadatan kegiatannya, maka jarak tempat henti disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar jarak tempat henti

Zona	Tata Guna Lahan	Lokasi	Jarak Tempat Henti (m)
1	Pusat kegiatan sangat padat: pasar, pertokoan	CBD, Kota	200 -- 300 *)
2	Padat : perkantoran, sekolah, jasa	Kota	300 -- 400
3	Permukiman	Kota	300 -- 400
4	Campuran padat : perumahan, sekolah, jasa	Pinggiran	300 -- 500
5	Campuran jarang : perumahan, ladang, sawah, tanah kosong	Pinggiran	500 -- 1000

Keterangan : \*)=jarak 200m dipakai bila sangat diperlukan saja, sedangkan jarak umumnya 300 m.

Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2008.

Jarak berjalan kaki sangat terkait dengan kepadatan trayek angkutan perkotaan. Dimana kepadatan trayek harus disusun sedemikian rupa, sehingga dapat menjangkau seluruh wilayah kota yang membutuhkan pelayanan angkutan. Pengertian terjangkau dalam hal ini adalah bahwa rute pelayanan dapat dijangkau dengan berjalan kaki maksimal 400 m oleh 70-75% penduduk yang tinggal didaerah padat atau sama dengan waktu berjalan kaki selama 5-6 menit. Dengan demikian jarak antara rute pelayanan yang paralel maksimum berkisar antara 1600 m. Sedangkan daerah pinggiran kota jaraknya maksimal 1600 m dapat dijangkau oleh 50-60% penduduknya.

World Bank (1987) mengeluarkan standar pelayanan untuk angkutan perkotaan yang dibagi dalam dua hal yaitu indikator kualitas pelayanan dan indikator kinerja operasi. Kemauan berjalan kaki masuk didalam indikator kualitas pelayanan, dimana secara lengkap terdapat pada Tabel 2. Indikator kualitas pelayanan dari World Bank 1987 pada Tabel 2 sudah memberikan batasan nilai secara kuantitatif mengenai aksesibilitas dan kehandalan/ ketepatan yang harus dipenuhinya, namun dalam hal ini tidak secara tegas membedakan kondisi kota yang dilayaninya. Kondisi atau penggolongan besaran kota sangat penting dikarenakan karakteristik pelayanan yang berbeda antara kondisi besaran kota. Disamping hal tersebut juga tidak memberikan level tingkat pelayanan (level of service) hanya memberikan batas maksimum dan rata-ratanya saja.

Standar Pelayanan Angkutan Umum Di Indonesia berdasar Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK. 687/AJ.206/DRJD/2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum Diwilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur. Dalam mengoperasikan kendaraan angkutan penumpang umum, operator harus memenuhi dua prasyarat minimum pelayanan, yaitu prasyarat umum dan prasyarat khusus. Dalam prasyarat umum jarak berjalan kaki dicantumkan sebagai :

Jarak untuk mencapai perhentian

di pusat kota 300 - 500 m;

untuk pinggiran kota 500 - 1000 m.

Menurut *Chicago Transit Authority Service Standards* (2001), jarak berjalan kaki ke tempat untuk mendapatkan pelayanan angkutan adalah ¼ mil (400 meter) di daerah berkepadatan tinggi.

Dalam Petersen (2002), perencanaan Guna Lahan dan Transportasi Perkotaan Kualitas akses ke angkutan umum bisa dinilai dari rata-rata waktu berjalan ke perhentian bus. Jarak

berjalan kaki antara 200 dan 350 meter ke perhentian bus bisa diterima, dengan waktu tempuh jalan kaki sekitar 5 menit.

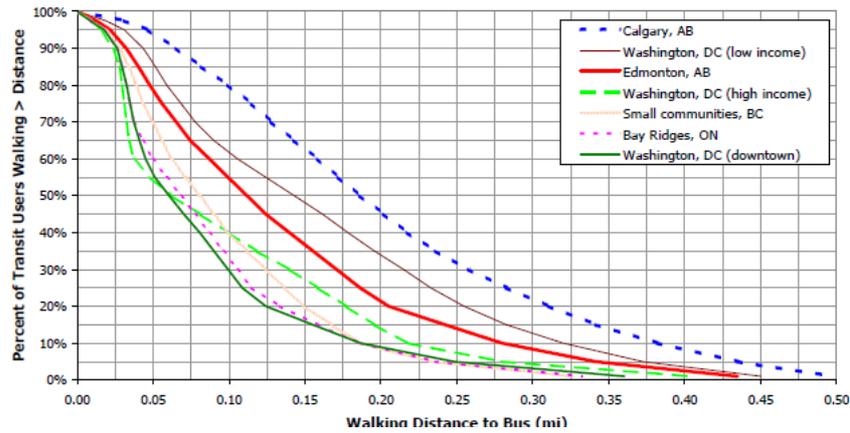
**Tabel 2.** Indikator kualitas pelayanan (*quality of service indicators*)

Indikator	Penjelasan	Standar Pelayanan
Waktu tunggu Penumpang di perhentian bus ( <i>Waiting Time</i> )	Rata-rata (menit)	5 - 10
	Maksimum (menit)	10 - 20
Jarak berjalan ke perhentian bus ( <i>Walking Distance to Bus Stops</i> )	Perkotaan padat ( <i>dense urban areas</i> )	300 - 500 m
	Perkotaan kepadatan rendah ( <i>low-density urban areas</i> )	500 - 1.000 m
Pergantian antara rute dan pelayanan ( <i>Interchanges between Routes and Services</i> )	Jumlah waktu penumpang harus berganti bus atau moda lain dalam perjalanan menuju atau dari tempat kerja	Rata-rata 0 - 1
		Maksimum (kurang dari 10% bolak-balik) 2
Waktu tempuh perjalanan ( <i>Journey Times</i> )	Jam perjalanan tiap hari menuju dan dari tempat kerja	Rata-rata 1,0 - 1,5
		Maksimum 2 - 3
Kecepatan perjalanan bus	Perkotaan padat dan lalu lintas bercampur ( <i>dense areas in mixed traffic</i> )	10 - 12 km/jam
	Lajur bus terpisah	15 - 18 km/jam
	Perkotaan kepadatan rendah	25 km/jam
Pembiayaan Perjalanan ( <i>Travel Expenditure</i> )	Pembelanjaan rumah tangga untuk perjalanan sebagai prosentase dari pendapatan rumah tangga	10

Sumber : World Bank, 1987, *Bus Services : Reducing Costs and Raising Standards*

Dalam *Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition* (2003), hasil beberapa penelitian di kota-kota di Amerika Utara ditunjukkan dalam Gambar 1. Meskipun ada beberapa variasi antara kota dan kelompok pendapatan di antara penelitian, dapat dilihat bahwa sebagian besar penumpang (75 sampai 80% rata-rata) berjalan seperempat mil (400 meter) atau kurang ke halte bus. Pada kecepatan berjalan rata-rata 3 mph (5 km / jam), ini setara dengan waktu berjalan maksimal 5 menit.

Dalam Sodiq (2009), mengutip tulisan Alter (1976) dalam Nasution (2003), bahwa *service level for walking* adalah seperti dalam Tabel 3.



Gambar 1. Jarak berjalan menuju perhentian bus

Sumber : Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition (2003)

Tabel 3. Tingkat layanan berjalan kaki (*Service level for walking*)

Service level	Walking time (minutes)	Walking distance (meters)
A	< 2	0 – 100
B	2,0 – 4,0	101 – 200
C	4,0 – 7,5	201 – 400
D	7,5 – 12,0	400 – 600
E	12,0 – 20,0	600 – 1.000
F	> 20,0	> 1.000

Sumber : Alter, 1976, Nasution 2003 in Sodik 2009

## KONSEP PENENTUAN TOLOK UKUR

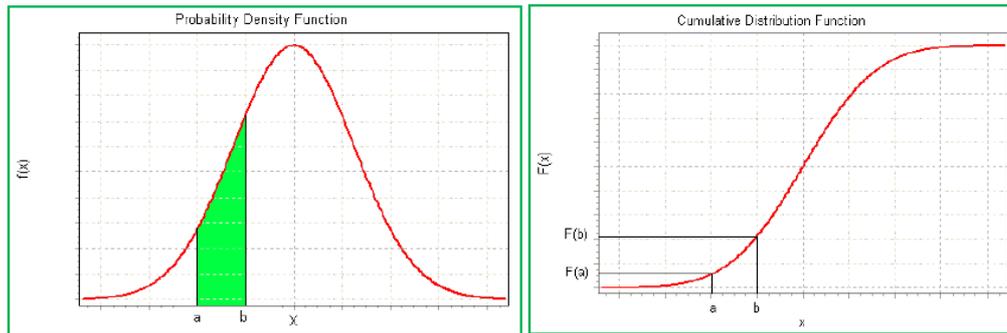
Pada prinsipnya tolok ukur harus mudah dimengerti dan dapat dilaksanakan. Tolok ukur dalam kinerja pelayanan angkutan umum perkotaan dalam makalah ini pada dasarnya dikembangkan dari dua hal, yaitu dari hasil penilaian penumpang dan dari analisis berdasar pedoman, aturan dan literatur terkait.

Pada pilihan pelayanan kuantitatif dalam hal ini keinginan berjalan kaki penumpang angkutan umum perkotaan diharapkan memberikan pilihan tolok ukur sesuai dengan yang diinginkan.

Tolok ukur disusun berdasarkan keinginan penumpang yang digambarkan dalam *polygon probability density function* dan dirubah kedalam *cumulative density function*, dimana sebelumnya dalam analisis pilihan pelayanan kuantitatif dilakukan proses pengujian normalitas data terlebih dahulu agar data dapat dianalisa dengan menggunakan statistik parametris agar dapat digambarkan dengan *polygon probability density function* (pdf) dan dirubah kedalam *cumulative density function* (cdf) seperti digambarkan dalam Gambar 2.

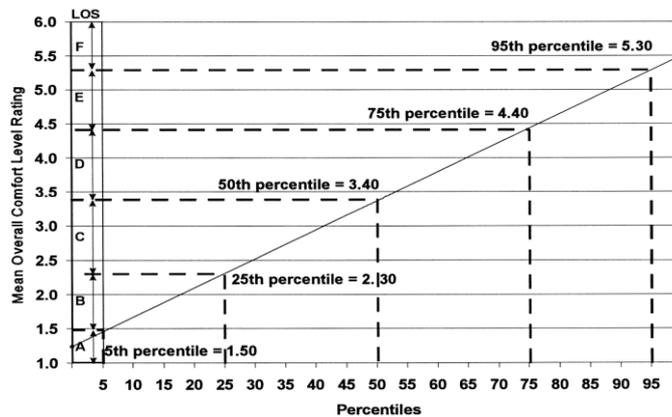
Menurut Wilson (1969), dalam perencanaan transportasi, untuk model distribusi perjalanan dapat disebut *entropy maximising* atau *probability maximizing* dimana bagian akhir dari persamaan mencakup fungsi eksponensial negatif (atau variansnya) yang memiliki nilai maksimum 1. Teori probabilitas untuk ruang sampel berhingga menetapkan suatu himpunan bilangan yang dinamakan bobot dan bernilai dari 0 sampai 1 sehingga probabilitas terjadinya suatu kejadian dapat dihitung. Tiap titik pada ruang sampel

dikaitkan dengan suatu bobot sehingga jumlah semua bobot sama dengan 1 (Setiawan, 2008).

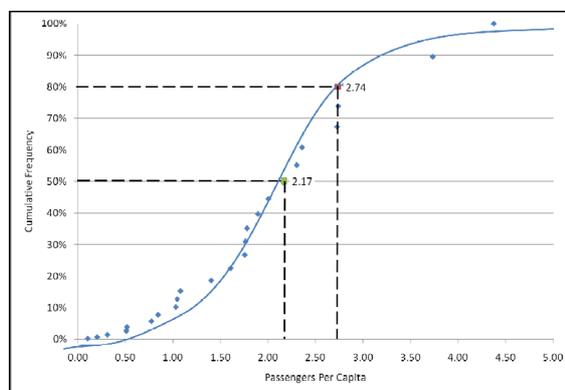


**Gambar 2.** Perubahan polygon probability density function ke cumulative density function

Harkey (1998) untuk menentukan LOS (Level Of Service) pelayanan untuk kenyamanan bersepeda berdasarkan nilai level kenyamanan dengan membagi tingkat persentil yang sesuai dengan jumlah level pelayanan yang diinginkan, seperti diperlihatkan pada Gambar 3. *Minnesota Department of Transportation* (2009), dalam memperkirakan kebutuhan akan angkutan umum menggunakan persentil pada grafik *cumulative density function* seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Distribusi skor indek dalam perencanaan pelayanan



**Gambar 4.** Grafik cumulative density function

## PENENTUAN BESARAN KUANTITATIF KINERJA KEMAUAN BERJALAN KAKI

Berdasarkan hasil penelitian keinginan masyarakat pengguna angkutan perkotaan di Yogyakarta untuk berjalan kaki disampaikan dalam Tabel 4.

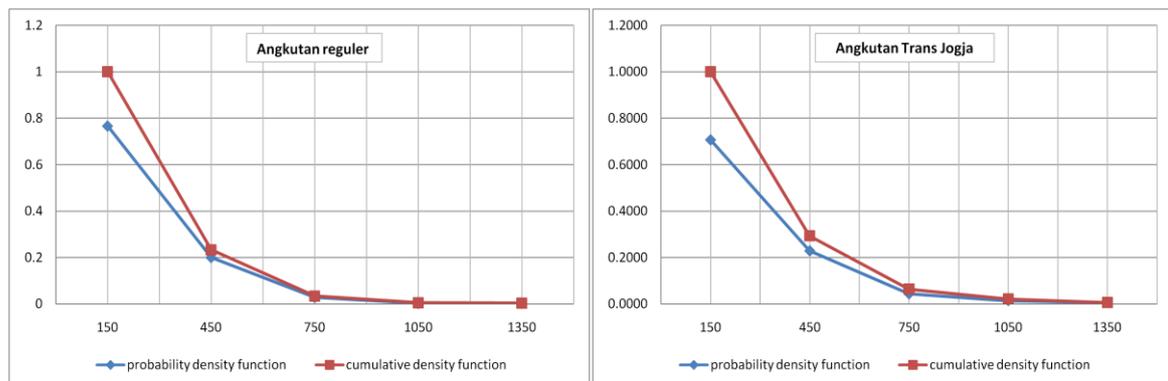
Dengan pengujian normalitas data menggunakan teknik Kolmogorov Smirnov, dapat dikatakan bahwa data tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Fungsi *Probability Density Function* (pdf) dan *Cumulative Density Function* (cdf) digambarkan pada Gambar 5. Karena data berasal dari populasi dengan berdistribusi normal maka dengan menggunakan statistik deskriptif dapat dihitung nilai kuartilnya. Untuk menggambarkan nilai kuartil diperoleh dengan memuluskan grafik fungsi *Cumulative Density Function*. Nilai kuartil dimasukkan dalam gambar grafik tersebut menghasilkan Gambar 6. Sehingga skala pelayanan jarak berjalan kaki dapat dibuat penilaian seperti pada Tabel 5.

Tabel 4. Prosentase pilihan jarak berjalan kaki

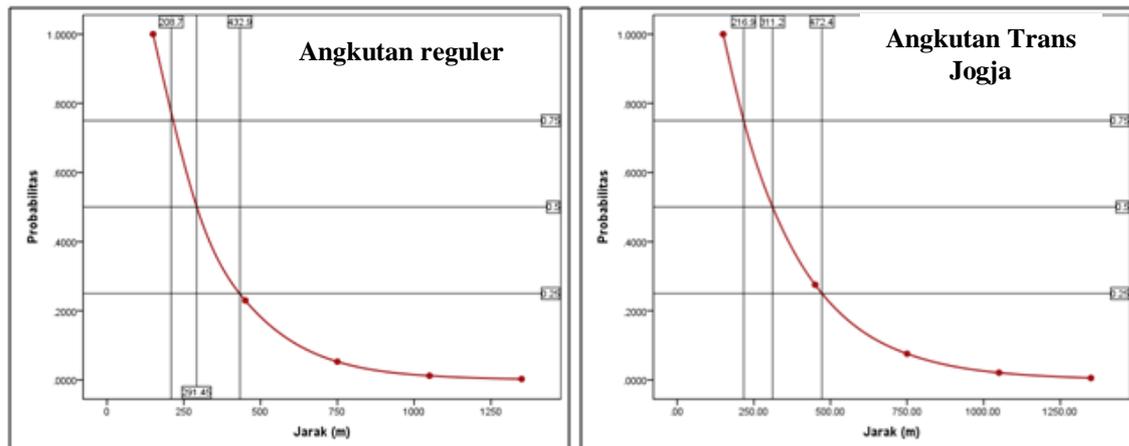
Jarak Berjalan (meter)	Angkutan Reguler			Angkutan Trans Jogja		
	Responden memilih	Probability Density Function (PDF)	Cumulative Density Function (CDF)	Responden memilih	Probability Density Function (PDF)	Cumulative Density Function (CDF)
150	387	0,7663	1,0000	340	0,7069	1,0000
450	101	0,2000	0,2337	110	0,2287	0,2931
750	14	0,0277	0,0337	21	0,0437	0,0644
1050	1	0,0020	0,0059	7	0,0146	0,0208
1350	2	0,0040	0,0040	3	0,0062	0,0062

Tabel 5. Tolok ukur standarisasi jarak berjalan kaki

INDIKATOR	TOLOK UKUR STANDARISASI (ASLI)	
	Angkutan Reguler	Angkutan Trans Jogja (BRT Modified)
Jarak berjalan	A. < 208,70 m	A. < 216,90 m
	B. 208,70 – 291,45 m	B. 216,90 – 311,20 m
	C. 291,45 – 432,90 m	C. 311,20 – 472,40 m
	D. > 432,90 m	D. > 472,40 m



Gambar 5. Grafik probability density function jarak berjalan



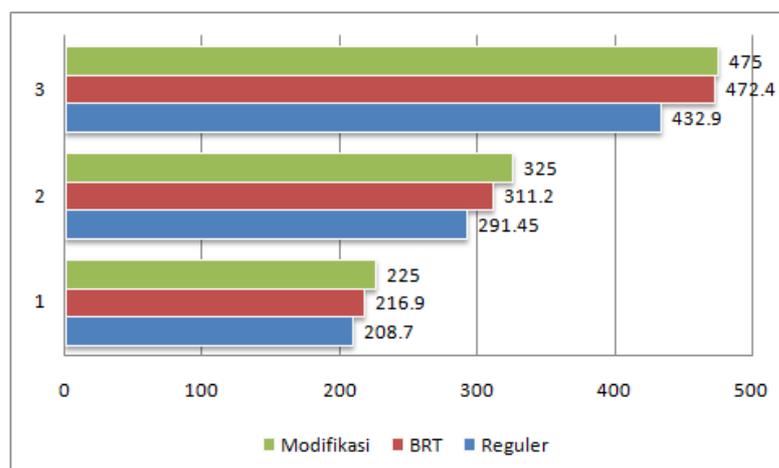
**Gambar 6.** Grafik probabilitas jarak berjalan

Terlihat bahwa nilai hasil antara tolok ukur angkutan reguler dan angkutan BRT *modified* tidak begitu jauh berbeda. Dalam kondisi ini dapat dikatakan bahwa keinginan penumpang untuk berjalan kaki berdasarkan hasil kuantitatif yang dapat diukur pada dasarnya adalah ingin sedekat mungkin tanpa mempertimbangkan jenis pelayanan angkutan umum perkotaan.

Apabila dibandingkan dengan Chicago Transit Authority Service Standards, keinginan penumpang sangatlah berlebihan mengingat kondisi Yogyakarta termasuk kota dengan tingkat kepadatan sedang. Namun berdasarkan seluruh referensi diatas keinginan penumpang untuk batas maksimum berjalan kaki sangatlah baik karena masih dibawah 500 meter.

Tolok ukur standar untuk sistem reguler dan BRT *modified* karena tidak jauh berbeda, maka dibuat sama dengan membuat dalam sebuah diagram modifikasi yang mempertimbangkan hasil penelitian kedua sistem tersebut (diperlihatkan pada Gambar 7). Hasil tolok ukur standar untuk kedua sistem tersebut ditampilkan dalam Tabel 6.

Tolok ukur standarisasi jarak berjalan yang dipilih dalam penelitian ini sudah mencakup pendapat dari Alter, dimana pilihan level tertinggi < 225 meter menggabungkan service level A dan B pada tabel Alter.



**Gambar 7.** Diagram batas penentuan standar modifikasi jarak berjalan

**Tabel 6.** Tolok ukur standarisasi jarak berjalan kaki modifikasi

INDIKATOR	TOLOK UKUR STANDARISASI (MODIFIKASI)
Jarak berjalan	A. < 225 meter
	B. 225 – 325 meter
	C. 325 – 475 meter
	D. > 475meter

Dalam situs <http://www.humantransit.org> dikatakan bahwa kesediaan orang untuk berjalan kaki tergantung dari kebiasaan dan kondisi lingkungannya, tidak ada standar di dunia yang baku untuk mengklasifikasikannya. Hal ini juga sejalan dengan kutipan Jumsan (2005), bahwa jarak maksimum dimana orang akan berjalan menuju angkutan bervariasi tergantung pada situasi

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Skala penilaian (tolok ukur) kuantitatif kemauan berjalan kaki penumpang angkutan perkotaan di kota Yogyakarta adalah dengan rentang sebagai berikut:  
Tingkat layanan A : < 225 meter  
Tingkat layanan B : 225 – 325 meter  
Tingkat layanan C : 325 – 475 meter  
Tingkat layanan D : > 475meter
2. Dengan skala nilai kuantitatif kinerja angkutan perkotaan tersebut, dapat dibuat sebagai patokan untuk menilai suatu kondisi angkutan perkotaan di kota lain sepanjang besaran dan kondisi kota yang dinilai adalah sejenis. Agar lebih khusus seharusnya dibuat untuk kondisi kota dimana dilakukan studi.

### Saran

Sebaiknya untuk kriteria keinginan penumpang angkutan perkotaan kuesioner penelitian dibuat dengan sistem terbuka, hal ini dikarenakan agar dalam pengolahan data lebih mudah dan baik serta penjarangan keinginan murni dari penumpang tanpa adanya rekayasa secara tidak langsung dari peneliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Imam dan Malkhamah, Siti, 2009. *Penentuan Besaran Kuantitatif Kinerja Angkutan Perkotaan, Studi Kasus Penumpang Angkutan Perkotaan Di Yogyakarta*, Proceeding Simposium XII FSTPT, Universitas Kristen Petra Surabaya, 13-14 Nopember 2009. ISBN 979-95721-2-12.
- Direktur Jenderal Perhubungan Darat, 2002. *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK.687/AJ.206/DRJD/2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum Diwilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap Dan Teratur*.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2008. *Penyusunan Standar Pelayanan Minimal Angkutan Umum Massal Berbasis Jalan Di Wilayah Perkotaan*, Laporan Akhir, PT. Aulia Sakti International – Departemen Perhubungan, Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan.

- Harkey, David., Reinfurt, Donald W., Knuiman, Matthew., 1998. *Development of the Bicycle Compatibility Index*, Transportation Research Record 1636, Transportation Research Record (1998), Volume: 1636, Issue: 1, Publisher: Trans Res Board, Pages: 13-20. <http://www.enhancements.org/download/trb/1636-003.PDF>, diakses tanggal 17 Mei 2012.
- Jumsan, K., Jongmin, K., Misun, J., and Seongyoung, K., 2005. *Determination of a bus service coverage area reflecting passenger attributes*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol-6, pp. 529 - 543, 2005
- Minnesota Department of Transportation, 2009. *Future Transit Needs and Demand for Service*, Greater Minnesota Transit Plan 2010-2030, December 2009. [http://www.dot.state.mn.us/transit/reports/transitplan/pdf/5\\_FutureNeeds.pdf](http://www.dot.state.mn.us/transit/reports/transitplan/pdf/5_FutureNeeds.pdf), diakses tanggal 17 Mei 2012.
- Petersen, Rudolf, 2002. Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang. Modul 2a. *Perencanaan Guna Lahan dan Transportasi Perkotaan, edisi bahasa Indonesia.*, Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ)., Germany.
- Setiawan, Adi., 2008. *Teori Probabilitas*, Fakultas Sains Dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Sodiq, Ahmad., Deguchi, Chikashi and Yoshitake, Tetsunobu. (2009), *Characteristics and Performance of Angkutan Kota (Angkot) in Banyuwangi City Indonesia*, Proceedings of The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 7, pp. 29 – 45, 2009.
- Transit Operations Division Planning & Development Service Planning, 2001, Chicago Transit Authority Service Standards, Chicago USA.
- Transit Cooperative Research Program, Report 100, 2003, *Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
- Walker, Jarrett, 2011. *basics: walking distance to transit*, <http://www.humantransit.org/2011/04/basics-walking-distance-to-transit.html>, diakses tanggal 18 Juni 2011.
- Wilson, A.G., 1969. *The Use Of Entropy Maximising Models In The Theory Of Trip Distribution, Mode Split And Route Split*. Journal of Transport Economics and Policy. [http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtep/pdf/Volume\\_111\\_No\\_1\\_108-126.pdf](http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtep/pdf/Volume_111_No_1_108-126.pdf), diakses tanggal 17 Mei 2012.
- World Bank, 1987, *Bus Services : Reducing Costs and Raising Standards*, World Bank Technical Paper No.68, Washington, D.C.

## KAJIAN PENERAPAN ANGKUTAN UMUM PERKOTAAN TANPA BAYAR

**Imam Basuki**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari 44, Yogyakarta, 55281  
Telp : (0274) 487711  
[imbas@mail.uajy.ac.id](mailto:imbas@mail.uajy.ac.id)

**Benidiktus Susanto**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl. Babarsari 44, Yogyakarta, 55281  
Telp : (0274) 487711  
[benis@mail.uajy.ac.id](mailto:benis@mail.uajy.ac.id)

### Abstract

For reduce urban congestion by reasing the use of urban public transport so that the use of private transport is reduced. The studied urban public transport services without pay as an alternative solution to avoid congestion in urban areas . Studies conducted by the Focus Group Discussion of various urban transport stakeholders. The results showed that brainstorming operational funding of urban public transport as an alternative source of financing depends on the policy of the government. The government should give priority to the use of public transport than private transport. A variety of alternative sources of income can be taken from vehicle tax, road pricing , utilization and vehicle stops to billboards and so forth. The final choice is the presence of government subsidies. If not allow the application of transport without pay made efforts to provide discounts for certain groups at certain times.

**Key Words:** *urban transport , without pay, the , congestion , subsidies , road pricing*

### Abstrak

Upaya mengurangi kemacetan di perkotaan adalah dengan meningkatkan penggunaan angkutan umum perkotaan sehingga penggunaan angkutan pribadi berkurang. Untuk itu dikaji pelayanan angkutan umum perkotaan tanpa bayar sebagai salah satu alternatif solusi untuk menghindari kemacetan di perkotaan. Studi dilakukan dengan melakukan *Focus Group Discussion* dari berbagai *stake holder* angkutan perkotaan. Hasil curah pendapat memperlihatkan bahwa pembiayaan operasional angkutan umum perkotaan sebagai alternatif sumber pembiayaan tergantung kebijakan dari pemerintah. Pemerintah harus memberikan prioritas penggunaan angkutan umum dibandingkan angkutan pribadi. Berbagai sumber pendapatan alternatif dapat digali dari berbagai hal seperti pajak kendaraan, *road pricing*, pemanfaatan halte dan kendaraan untuk reklame dan lain sebagainya. Pilihan terakhir adalah adanya pemberian subsidi pemerintah. Apabila belum memungkinkan penerapan angkutan tanpa bayar dilakukan upaya pemberian potongan harga bagi golongan tertentu pada waktu tertentu.

**Kata Kunci:** *angkutan perkotaan, tanpa bayar, , kemacetan, subsidi, road pricing*

## PENDAHULUAN

Dari berbagai penelitian terhadap angkutan umum perkotaan di Indonesia, mengindikasikan bahwa pelayanan dan kondisi angkutan umum masih sangat memprihatinkan. Berdasarkan survei yang dilakukan Instran (Institut Studi Transportasi, 2006) terhadap angkutan umum di Yogyakarta jumlah tempat duduk yang terisi (load factor) setiap hari rata-rata hanya 30 persen saja pada hari kerja. Jadi, dari 26 jumlah tempat duduk yang tersedia, rata-rata hanya terisi 8-10 orang (Kompas, 2006).

Pustral (2004), dalam studi Urban Bus Replacement Project in Yogyakarta panjang rute rata-rata pelayanan bus perkotaan 38,7 km dengan load factor rata-rata 41%. Dalam Kompas (2006), berdasarkan hasil penelitian Dinas Perhubungan (Dishub) DIY dan Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) UGM 2006, waktu tempuh bus kota di Provinsi DIY terhitung cukup lama, mencapai 1,5 jam hingga dua jam untuk satu kali

perjalanan. Sementara itu, tingkat isian (load factor) penumpang rata-rata hanya mencapai 27,22 persen dari kapasitas penumpang yang tersedia.

Dalam Basuki (2012), kualitas transportasi publik perkotaan di Indonesia dinilai masih rendah. Permasalahan ini mengemuka karena terdapat berbagai kelemahan yang menjadi sebab terpuruknya kualitas pelayanan transportasi publik perkotaan. Kelemahan tersebut utamanya terjadi dalam perencanaan operasionalisasi transportasi publik.

Dalam UU No. 22 Tahun 2009, ditegaskan bahwa Pemerintah memberikan jaminan ketersediaan angkutan umum massal. Regulasi ini menunjukkan pentingnya peran transportasi sehingga diperlukan penataan yang terpadu. Penataan ini diharapkan mampu mendorong tersedianya jasa transportasi yang seimbang dengan tingkat kebutuhan/permintaan, dalam pengertian dapat memberikan tingkat pelayanan yang layak dan dengan biaya yang terjangkau oleh pemakai jasa transportasi. Apabila diperlukan, pemerintah berkewajiban untuk memberikan subsidi bagi angkutan umum massal yang belum untung (Basuki, 2014).

Kota sebagai kawasan pusat kegiatan berperan sebagai sentra perekonomian dengan eksekusi beban transportasi yang sangat tinggi yang justru dapat berdampak dis-insentif ataupun stagnasi pada pertumbuhan perekonomian. Beban transportasi yang sangat tinggi pada kawasan tersebut harus diurai untuk mendukung keleluasaan aktivitas perekonomian. Perlu usaha yang sangat serius untuk penataan sistem transportasi pada wilayah perkotaan agar tidak sampai mengalami tingkat kemacetan yang parah. Pelayanan angkutan umum perkotaan tanpa bayar dapat diajukan sebagai salah satu alternatif solusi untuk menghindarkan kemacetan perekonomian di perkotaan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Angkutan Tanpa Bayar**

Dalam Basuki (2014), menurut Baxter (2011) bahwa angkutan tanpa bayar merupakan sebuah jaringan layanan transportasi publik yang membebaskan penumpangnya dari kewajiban membayar (bebas biaya) dengan pengoperasian rute bus seperti umumnya jaringan transportasi publik lainnya yang menghubungkan seluruh tempat-tempat penting yang menjadi pusat kegiatan/aktivitas lokal.

Pengertian angkutan tanpa bayar sebenarnya tidak berarti bahwa jaringan transportasi publik tersebut secara mutlak berarti bebas biaya tanpa bayar mengingat bahwa dalam operasionalisasinya tetap membutuhkan biaya. Angkutan tanpa bayar tidak dapat sekadar mengandalkan subsidi dari Pemerintah Kota atau dari retribusi parkir sehingga tantangan untuk menjadikan jaringan angkutan tanpa bayar tetap berkelanjutan (sustain) membutuhkan perencanaan yang matang. Rencana manajemen angkutan tanpa bayar harus memuat berbagai strategi, bentuk kompensasi atau sumber pemasukan biaya lainnya yang mungkin dapat diberlakukan guna menutup biaya operasional angkutan tanpa bayar.

### **Konsep Biaya dan Kategori Tarif Angkutan**

Dalam Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan (2012), biaya adalah faktor yang menentukan dalam transportasi untuk penetapan tarif serta alat kontrol dalam pengoperasian mencapai tingkat efisiensi dan efektivitas.

1. Biaya sebagai dasar penentuan tarif terdiri dari biaya langsung sebagai jumlah biaya yang diperhitungkan dalam produksi jasa angkutan yang terdiri dari bahan bakar, gaji awak dan biaya pendaratan serta biaya tidak langsung yang mencakup biaya harga, peralatan dan reparasi, akuntansi dan biaya umum/kantor.
2. b) Biaya modal dan biaya operasional
3. c) Biaya tetap dan biaya variabel
4. d) Biaya kendaraan
5. e) Biaya gabungan
6. f) Biaya unit yang merupakan jumlah total biaya dibagi dengan unit jasa produksi yang dihasilkan serta biaya rata-rata yang merupakan biaya total dibagi dengan jumlah produk/jasa yang dihasilkan.

Tarif angkutan adalah suatu daftar yang memuat harga-harga untuk para pengguna jasa angkutan yang disusun secara sistematis dan pembebanannya dihitung menurut kemampuan transportasi. Sedangkan tarif angkutan dapat dibedakan menjadi beberapa kategori, yaitu:

1. a) Tarif menurut kelas
2. b) Tarif pengecualian
3. c) Tarif perjanjian/kontrak
4. Selain itu terdapat beberapa jenis tarif angkutan yang terbagi atas:
5. a) Tarif menurut trayek berdasarkan pemanfaatan operasional dari moda transportasi yang dioperasikan dengan memperhitungkan jarak tempuh
6. b) Tarif lokal yang berlaku dalam suatu daerah
7. c) Tarif diferensial dimana terdapat perbedaan tingginya tarif sehubungan dengan jarak, berat muatan, kecepatan dan sifat khusus dari muatan yang akan diangkut.
8. d) Tarif peti kemas yang merupakan tarif untuk membawa kotak di atas truk berdasarkan ukuran kotak dari tempat asal ke tempat tujuan pengiriman.

## **HASIL FOCUS GROUP DISCUSSION**

Focus Group Discussion (FGD) merupakan bentuk penelitian kualitatif di mana suatu topik yang dibahas dan didiskusikan bersama suatu kelompok.

### **Sisi Pandang Hukum Tata Negara: Transportasi Gratis Sebagai Wujud Pelayanan Publik Oleh Pemerintah**

Otonomi Daerah sebagai merupakan usaha untuk mencapai kesejahteraan melalui penyelenggaraan pemerintahan dengan asas desentralisasi. Otonomi Daerah memiliki tiga aspek kewenangan, yaitu :

1. Kewenangan untuk membuat kebijakan sendiri
2. Kewenangan untuk melaksanakan kebijakan sendiri
3. Kewenangan menggali keuangan sendiri untuk melaksanakan kebijakan yang dibuat

Esensi dan konsekuensi dari otonomi daerah adalah hak, wewenang dan kewajiban daerah otonom untuk mengatur dan mengurus sendiri urusan pemerintahan dan kepentingan masyarakat setempat untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat melalui peningkatan pelayanan. Peran Pemerintah Daerah dalam pelayanan publik secara eksplisit mencakup seluruh bidang pemerintahan, kecuali bidang politik luar negeri, pertahanan keamanan, peradilan, moneter dan fiskal dan agama.

Obyek pelayanan publik untuk mewujudkan kesejahteraan rakyat setidaknya perlu mempertimbangkan :

1. Mendasarkan pada aspek pemerintahan yang menjadi kewenangannya.
2. Kebutuhan pokok masyarakat
3. Kondisi keuangan daerah.
4. Efektifitas dan efisiensi
5. Prioritas pembangunan

Dalam Permendagri No. 27 tahun 2013 Tentang Pedoman Penyusunan Anggaran Pendapatan Dan Belanja Daerah Tahun Anggaran 2014, Pemerintah provinsi dan pemerintah kabupaten/kota harus mendukung tercapainya sasaran utama dan prioritas pembangunan nasional tersebut sesuai dengan potensi dan kondisi masing-masing daerah dimana salah satu prioritas pembangunan nasional adalah bidang pendidikan. Terkait dengan angkutan umum perkotaan tanpa bayar persoalannya adalah bagaimana kemampuan keuangan daerah, sumber daya manusia dan sarana prasarana infrastruktur pendukung yang ada. Sehingga kebijakan yang lebih rasional adalah dengan menentukan prioritas penggunaannya dalam hal ini cenderung angkutan perkotaan tanpa bayar bagi peserta didik. Hal tersebut didasarkan pemikiran dalam Permendagri No. 27 tahun 2013 dimana pendidikan merupakan salah satu prioritas utama pembangunan nasional.

### **Sisi Pandang Regulator**

Kaidah pengelolaan anggaran dalam penyusunan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) adalah :

1. Orientasi pada upaya pencapaian hasil kerja (output) dari perencanaan alokasi biaya (input)
2. Pengembangan analisis standar belanja (ASB) untuk menilai kewajaran beban kerja dan biaya terhadap suatu kegiatan
3. Penetapan tolok ukur dan target kinerja sebagai ukuran keberhasilan program dan kegiatan yang dilaksanakan
4. Penetapan harga satuan unit belanja
5. Adanya evaluasi kinerja.

Fungsi Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) adalah :

1. Fungsi otorisasi mengandung arti bahwa APBD menjadi dasar untuk melaksanakan pendapatan dan belanja pada tahun yang bersangkutan.
2. Fungsi perencanaan mengandung arti bahwa APBD menjadi pedoman bagi manajemen dalam merencanakan kegiatan pada tahun yang bersangkutan.
3. Fungsi pengawasan mengandung arti bahwa APBD menjadi pedoman untuk menilai apakah kegiatan penyelenggaraan pemerintahan daerah sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.
4. Fungsi alokasi mengandung arti bahwa APBD harus diarahkan untuk menciptakan lapangan kerja/mengurangi pengangguran dan pemborosan sumber daya, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas perekonomian.
5. Fungsi distribusi mengandung arti bahwa kebijakan APBD harus memperhatikan rasa keadilan dan kepatutan.
6. Fungsi stabilisasi mengandung arti bahwa APBD menjadi alat untuk memelihara dan mengupayakan keseimbangan fundamental perekonomian daerah.

Sedangkan pendapatan daerah lebih diarahkan kepada :

1. Optimalisasi potensi obyek pajak/retribusi dan sumber penerimaan daerah lainnya;
2. Intensifikasi dan ekstensifikasi sumber-sumber keuangan sendiri dan usaha-usaha lain yang sah dan dapat dipertanggungjawabkan;
3. Usaha peningkatan penerimaan dari pusat.

Belanja daerah lebih diarahkan pada :

1. Efektif, efisien, dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan kebutuhan teknis yang disyaratkan;
2. Terarah dan terkendali sesuai program, kegiatan dan target kinerja yang akan dicapai;
3. Penggunaan produksi dalam negeri sesuai kemampuan dan potensi daerah.

Pembiayaan daerah lebih diarahkan pada :

1. Pemberdayaan aset daerah dengan prinsip saling menguntungkan dengan persetujuan DPRD;
2. Investasi dengan pihak ketiga yang memberi manfaat bagi peningkatan pelayanan masyarakat dan tidak mengganggu likuiditas keuangan pemda;

Dengan melihat beberapa pertimbangan tersebut maka untuk membiayai angkutan umum perkotaan bisa melalui sumber pendapatan yang lain, yaitu :

1. Skema biaya kemacetan untuk pembiayaan angkutan umum massal, dengan parkir progresif, road pricing dan lain-lain.
2. Sharing pendapatan pada kegiatan yang menggunakan ruang milik jalan (misal papan iklan/reklame), misal membuat sedikit ruang iklan sehingga tidak mengganggu lalu lintas (dikembalikan ke fungsi jalan) tetapi karena sedikit harga menjadi mahal, maka pendapatan relatif tetap.
3. Asuransi misalnya Jasa Raharja dan Asuransi Jiwa (*Third Party Insurance*)  
Jika angkutan umum sukses maka jumlah kendaraan turun, kecepatan turun, jumlah dan fatalitas kecelakaan turun, akhirnya bisnis asuransi juga untung karena resikonya kecil.  
Pemerintah punya hak untuk “mengambil” sebagian premi sebagai salah satu sumber pembiayaan angkutan umum.

## **Sisi Pandang Pengamat Transportasi**

### ***Pusat Studi Transportasi dan Logistik (Pustral) UGM***

Angkutan umum merupakan indikator keberlanjutan transportasi perkotaan, namun komitmen pemerintah dalam hal peraturan, kebijakan dan anggaran masih sangat rendah. Masih sedikit inisiatif yang memihak atau mengutamakan angkutan umum yang diperlihatkan dengan kriteria pelayanan yang tidak pernah distandarkan apalagi di dengan meletakkan angkutan umum di atas angkutan pribadi.

Pada awalnya angkutan umum merupakan alternatif dari angkutan pribadi, namun kompetisi antara angkutan pribadi dan angkutan umum menjadi tidak seimbang dimana angkutan pribadi hanya menanggung *private cost* sedangkan angkutan umum ditambah dengan *social cost*. Untuk menyeimbangkan kompetisi ini dapat digunakan dengan adanya subsidi dan *road pricing*.

Sejalan dengan perkembangan dan peradaban masyarakat saat ini perlu adanya pemahaman tentang pengertian angkutan dan transportasi. Kondisi ini bisa digambarkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Angkutan vs Transportasi

	Tahap Awal	Tahap Lanjutan
Nuansa layanan	Angkut	Transport
Layanan asal-tujuan	Terputus-putus	Menerus
Ciri layanan	Utamakan trayek	Utamakan jaringan
Penyelenggaraan	Tradisional/individu	Modern/korporasi
Kualitas layanan	Rendah	Tinggi
Orientasi operasi	Dominasi pengusaha	Dominasi pengguna
Integrasi antar moda	Tak ada/rendah	Bisa tinggi
Cara operasi	Tak tertib	Lebih tertib
Tingkat kompetisi	Berlebihan/tak sehat	Wajar/sehat
Kualitas armada	Umumnya jelek	Umumnya baik

Dalam hal perijinan trayek perlu dilakukan perubahan dari ijin kendaraan bertrayek menjadi ijin trayek. Dimana dalam ijin kendaraan bertrayek adalah mengatur jumlah armada yang diperlukan, membatasi bus hanya bisa dioperasikan di trayek tertentu. Dalam kenyataannya hal ini tidak praktis, sulit diterapkan, dimonitor dan biasanya banyak pelanggaran. Sedangkan dalam ijin trayek dengan menerapkan hal-hal berikut:

1. Pemegangnya jalankan trayek yang syaratnya diatur melayani masyarakat sebaik mungkin.
2. Mengatur tersedianya layanan yang utuh, menyeluruh: jam operasi, frekuensi, standar layanan, ukuran bus.
3. Tidak perlu mengatur jumlah armada

Dengan perubahan ini akan memberikan keuntungan yaitu :

1. memperjelas tanggungjawab jika layanan bermasalah
2. rebutan penumpang dan kejar-mengejar tak perlu terjadi
3. pengusaha diberikan keleluasaan dalam pengaturan armada.
- 4.

Disamping itu perlu juga adanya pembagian resiko penyelenggaraan angkutan umum perkotaan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Dalam konsep *buy the service*, dimana pemerintah membeli layanan dari operator lalu dijual ke penumpang adalah untuk mengatasi kelemahan operasi angkutan umum perkotaan dengan memperkuat posisi penumpang dengan mengendalikan operator dan resiko defisit pendapatan operator dikurangi. Prinsip-prinsip *buy the service* disampaikan dalam Tabel 3 dan skema kontrak digambarkan dalam Gambar 1.

Biaya Operasi kendaraan (BOK) digunakan untuk menghitung biaya operasional sebagai dasar kontrak antara operator dan pemerintah. Sedangkan *Willingness To Pay* (WTP) dan *Ability To Pay* (ATP) digunakan untuk mengetahui kemauan dan kemampuan membayar masyarakat sebagai basis untuk menentukan tarif.

Apabila tarif lebih kecil dari BOK maka subsidi pemerintah diperlukan atau dicarikan dari pendapatan *non revenue*. Subsidi pemerintah dapat diberikan dengan berbagai cara, misal :

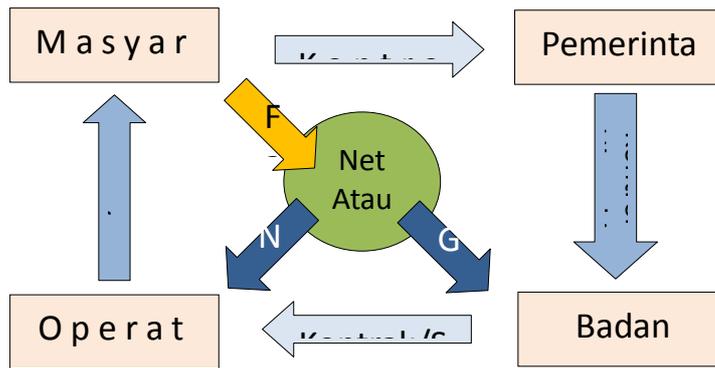
1. Memberikan harga khusus untuk pelajar, warga senior, wisatawan, dan lain-lain
2. Harga khusus (diskon) untuk jam-jam tertentu (diluar jam puncak)
3. Pemerintah memberikan subsidi untuk kelompok penumpang yang kurang beruntung (pekerja dengan pendapatan rendah, pengguna dengan keterbatasan dan lain-lain)

**Tabel 2.** Pembagian penyelenggaraan angkutan umum perkotaan

RISIKO	VALUE	AKTOR	DESKRIPSI
Total Revenue vs Operating Cost Surplus atau Defisit? Public Service: Kualitas Layanan	Besar (Milyar)	Pemerintah	Planning: Rute Standar Pengendalian Lisensi Riset Pasar
Gangguan Operational : Armada Kendaraan Manajemen & Organisasi Sumber Daya Manusia Operation & Maintenance	Sedang (Ratusan Juta)	Operator	Armada & Operasi: Efisiensi Kompetisi Pemasaran
Gangguan di Jalan Kecelakaan Gangguan Kendaraan Gangguan Lalulintas	Kecil (Max. Juta)	Driver	To Do: Rute Time Schedule

**Tabel 3.** Prinsip-prinsip *buy the service*

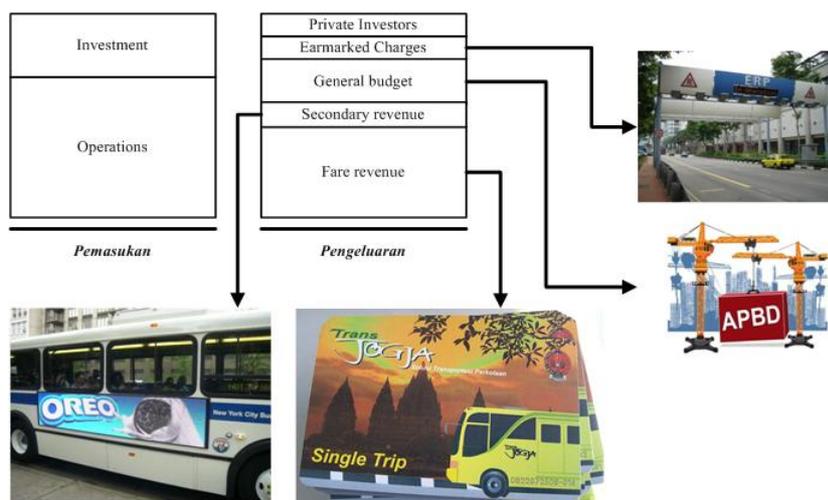
URAIAN	
Orientasi	Layanan, Pendapatan digunakan untuk menutup biaya operasi & pengembangan sistem
Jenis Pendapatan	Pendapatan Operasional & Non Operasional
Peran Pemerintah	Pemerintah menempatkan diri diantara konsumen dan produsen (Melalui badan yang ditunjuk); Mengumpulkan ongkos-ongkos yang dibayar konsumen;
Peran Operator	Menyediakan Layanan sesuai SPM
Alokasi Risiko	Pemerintah menanggung risiko pendapatan, operator menanggung risiko operasi
Hubungan Pemerintah & Operator	Relasi kontraktual antara badan yang ditunjuk ( <i>contracting body</i> ) dengan operator; Tersedianya skema <i>Reward &amp; Punishment</i>



Gambar 1. Skema kontrak sistem *buy the service*

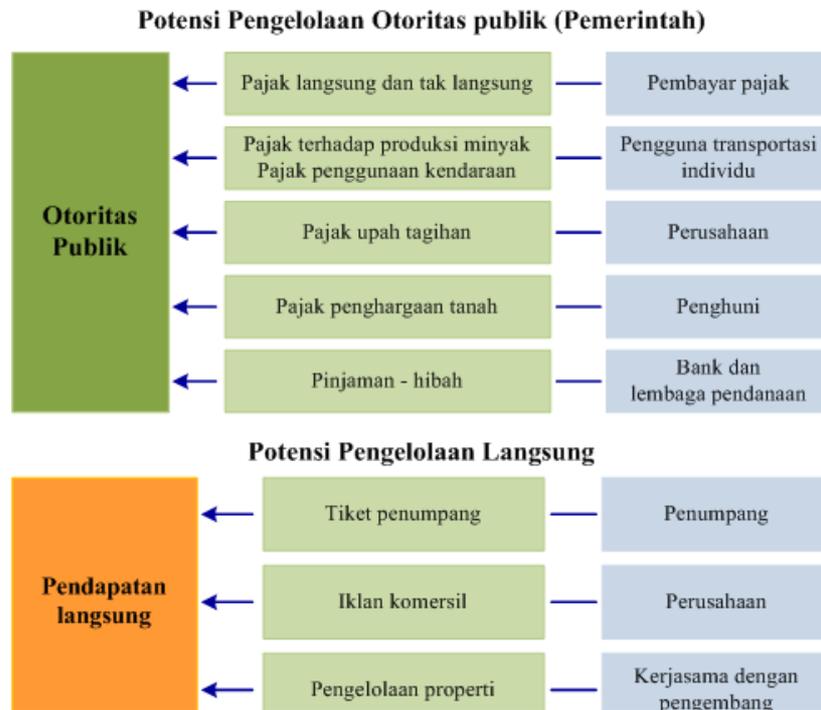
**GIZ- SUTIP (The Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit-Sustainable Urban Transport Improvement Project)**

Konsep pembiayaan angkutan umum dapat diperoleh dari investor, *road pricing*, anggaran pemerintah, harga tiket dan pendapatan lain, konsep ini dapat digambarkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Konsep pembiayaan angkutan umum

Jenis sumber pembiayaan angkutan umum dapat berupa potensi pengelolaan otoritas publik (pemerintah) dan potensi pengelolaan langsung. Jenis sumber pembiayaan angkutan umum ini dapat diperlihatkan dalam Gambar 3.



**Gambar 3.**Jenis sumber pembiayaan angkutan umum

Beberapa upaya untuk mendapatkan sumber pembiayaan tambahan bagi pengoperasian angkutan perkotaan adalah dengan :

1. Mengintegrasikan pendapatan parkir dengan pendapatan angkutan perkotaan
2. Meningkatkan reklame di terminal, bus, ataupun halte
3. Menggalang dana CSR untuk membiayai *target group* tertentu

Alternatif akhir pembiayaan angkutan perkotaan adalah dengan subsidi dari pemerintah, namun dengan berbagai batasan dan aturan yang diberlakukan, yaitu :

1. memberikan insentif peningkatan pelayanan dan bukan memanjakan pelaku usaha
2. besarnya subsidi tidak berlebih, biasanya hanya menyisakan keuntungan 10% bagi pelaku usaha
3. diberikan langsung pada target yang jelas seperti GMBR (Golongan Masyarakat Berpenghasilan Rendah), pelajar, dan mahasiswa.

Dalam Tabel 4 diperlihatkan beberapa contoh pengoperasian angkutan perkotaan diberbagai negara dan dalam negeri.

**Tabel 4.**Cost recovery angkutan umum

Jumlah bus/ rute	County, City and mode of transport	Subsidy of Operating Costs	Financed By
294 Bus/ 2 koridor	AUSTRALIA, Brisbane, Bus	50%	State 54%, Council 46%
10000 bus/ 500 rute	CHINA, Guang Zhou, Bus	0%	Private bus under govt. authority
1274 bus/27 rute	BRAZIL, Curitiba, Bus	0%	
	BRAZIL, Rio de Janeiro, Bus	0%	Privatised (p.35-36, metro collapsed)
2000 bus/13 rute	KOLOMBIA, Bogota,	0%	

Jumlah bus/ rute	County, City and mode of transport	Subsidy of Operating Costs	Financed By
	Bus		
	GERMANY, Dortmund, Bus	62,2%	Incl. Cross-subsidy
	GERMANY, Muenchen, Bus	41%	63% City, 30% Federal (rail only), 9% Province
	Singapore, Bus	0%	Private concession
74 bus/ 4 rute	YOGYAKARTA, Transjogja	58%	Province
430 bus / 12 koridor	JAKARTA, Transjakarta	25%	Owned government PT Transportasi Jakarta
25 bus/ 3rute	SEMARANG, Trans Semarang kor 1	0%	BLU
41 bus/ 2 rute	SURAKARTA, Batik Solo Trans	0%	Privatised

## KESIMPULAN

Pembiayaan operasional angkutan umum perkotaan tanpa bayar sangat mungkin dilakukan tergantung kebijakan dari pemerintah.

Pemerintah harus memberikan prioritas penggunaan angkutan umum dibandingkan angkutan pribadi.

Sumber pendapatan alternatif dapat digali dari berbagai hal seperti pajak kendaraan, *road pricing*, pemanfaatan halte dan kendaraan untuk reklame dan lain sebagainya.

Pemberian subsidi pemerintah merupakan pilihan terakhir. Apabila belum memungkinkan penerapan angkutan tanpa bayar dilakukan upaya pemberian potongan harga bagi golongan tertentu pada waktu tertentu.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan atas Hibah Fundamental Tahun 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Imam. 2014. Kajian Penerapan Bus Tanpa Bayar Di Central Business District Kota Palembang. Proceeding Seminar Nasional Teknik Sipil X – 2014, Program Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS, 5 Februari 2014.
- Basuki, Imam. 2014. Pengembangan Indikator Dan Tolok Ukur Untuk Evaluasi Kinerja Angkutan Umum Perkotaan, Studi Kasus : Angkutan Umum Perkotaan Di Daerah Istimewa Yogyakarta. Disertasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2012.
- Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan. 2012. Studi Perencanaan Teknis Penerapan Free Buses Di Palembang, Kementerian Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat - PT. Qorina Konsultan Indonesia, Jakarta.

- Hartono.2014. Transportasi Gratis sebagai wujud Pelayanan Publik oleh Pemerintah Daerah.Presentasi Focus Group Discussion Kajian Penerapan Angkutan Umum Perkotaan Tanpa Bayar Di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7 Mei 2014 (tidak dipublikasikan).
- <http://www.kompas.com>, Lama, Waktu tempuh bus kota di DIY, Senin, 27 Februari 2006, diakses tanggal 12 April 2013.
- Kompas. 2006. Jumlah Motor Mengkhawatirkan, Perlu Ada Pembatasan Penggunaan, 23 September 2006
- Minang, Agus. 2014. Kajian PenerapanAngkutan Umum PerkotaanTanpa BayarDi Yogyakarta. Presentasi Focus Group Discussion Kajian Penerapan Angkutan Umum Perkotaan Tanpa Bayar Di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7 Mei 2014 (tidak dipublikasikan).
- Nugroho, Hernawan. 2014. Layanan Transportasi Angkutan Umum Di Perkotaan Yogyakarta 2008-2012 dan Rencana Lima Tahun Ke Depan 2013-2017. Presentasi Focus Group Discussion Kajian Penerapan Angkutan Umum Perkotaan Tanpa Bayar Di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7 Mei 2014 (tidak dipublikasikan).
- Pustral, 2004. Studi Urban Bus Replacement Project in Yogyakarta, Final Report SSN Project.
- Susilo, Lilik Wahid Budi. 2014. Instrumen Tarif Dalam PengembanganTransportasi Umum. Presentasi Focus Group Discussion Kajian Penerapan Angkutan Umum Perkotaan Tanpa Bayar Di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7 Mei 2014 (tidak dipublikasikan).
- Teddyputra, Dino. 2014.Membuat Angkutan UmumGratis, Apakah angkutan umum bisa beroperasi secara gratis?.Presentasi Focus Group Discussion Kajian Penerapan Angkutan Umum Perkotaan Tanpa Bayar Di Yogyakarta, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 7 Mei 2014 (tidak dipublikasikan).

# IMPLEMENTATION OF VALUE CREATION IN PUBLIC TRANSPORT (CASE STUDY: PT. KAI CUSTOMER SATISFACTION)

**Andi Indramawan**  
Student  
Master Programme in Transport  
System and Engineering,  
Faculty of Engineering  
UniversitasGadjahMada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[andi\\_indramawan@yahoo.com](mailto:andi_indramawan@yahoo.com)

**Mikael Johnshon**  
Professor  
Karlstad University  
Universitetsgatan 2  
SE-651 88 Karlstad,  
SWEDEN  
Phone: +46-(0)54-700 10 00  
Fax: +46-(0)54-700 14 60  
[mikael.johnson@kau.se](mailto:mikael.johnson@kau.se)

**Siti Malkhamah**  
Professor  
Master Programme in Transport  
System and Engineering,  
Faculty of Engineering  
UniversitasGadjahMada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[smalkhamah@mstt.ugm.ac.id](mailto:smalkhamah@mstt.ugm.ac.id)

## Abstract

PT. KAI as the train operator in Indonesia need to provide good service quality that will result in customer satisfaction. To evaluate service quality need to be known customer expectation and customer perception toward services offered. From Importance-Performance Analysis, shown that punctuality, easiness to mode change and waiting room are attributes that belong to performance shortfall, that means those attributes need to get priority in improvement. Then regression analysis was conducted to know how quality attributes influence the satisfaction. The result show that, there are two component factor that are main services and additional services. All of three attributes that obtained from IPA analysis belong to main services that has significant influences to customer satisfaction. Related with value creation dimension, PT. KAI need to improve services quality in customer experience. Customer who has good experiences toward service offered can increase level of satisfaction and create positive emotional bonds.

**Key Word:** *Service Quality, Customer Satisfaction, Value Creation*

## INTRODUCTION

### Background

Transportation sector is a public service that has important role in the people's activity. In fact, today most of public transport providers in Indonesia only focus to transporting passenger from one place to other place regardless their service quality. Public transport which rarely get any direct competition will tend to be product-oriented and focus on reach their own objective without giving sufficient attention to customer satisfaction (Enquist 1999, cited in Davoudi 2012). The high quality of service is considered an essential determinant of the long-term business profitability. Companies with perceived high quality of their product typically had higher market share also higher return on investment and asset turnover compare with other companies that provide low quality. By considered a critical determinant of competitiveness can help an organization to differentiate itself from other organizations. Service quality will influence the repurchase intentions not only for existing customer but also for potential customers (Ghobadian et al. 1994). Otley (1999), stated that service provider should be based on customer perspective and consider on the value that create for the customer. Therefore service provider need to set objectives that meet customer need and desire to make sure that offered service is satisfying and comfortable for the customer.

Several previous studies related with PT. KAI services (e.g. Saputra 2010, Sunarto 2009), show that their service quality is low and customer is not satisfied with the service offered.

However, today PT. KAI has made innovation and breakthrough steps that indicate readiness to improve quality of service. Therefore requires a study to evaluate service quality that performed by PT. KAI and the influence to the customer satisfaction. In this thesis, author tries to connect service quality and customer satisfaction using Gebauer et al. (2010) value creation framework in Public transport. By using this approach, customer posits as active participants in the value-creating process. Value is not only embedded in the output of product but also co-created with the customer during the consumption.

### **Purpose and Research Question**

The purpose of this thesis is to evaluate PT. KAI service quality and customer satisfaction related with value creation framework. Based on the research purpose, there are some research questions that will be finding in this research:

1. What kind of service quality attributes that need to be improved by PT. KAI?
2. How services quality attributes influence the PT. KAI customer satisfaction?
3. How to implement value creation framework in PT. KAI services?

### **Service Quality**

According to Lewis and Booms (1983; cited in Parasuraman et al. 1985), service quality is a measure of how well the service level delivered matches customer expectations. In the service marketing literature, customer perception can be defined as customer beliefs concerning the service received or experienced service. While customer expectations can be defined as desires or wants of customer such as what they feel a service provider should offer. Expectations represent an individual's psychological state that relates to future behavioural consequences for that person. Expectations are state regarding future service usages which indicate the customer requirement toward service provider. Customer service expectations can be formed from their past experiences, word of mouth and personal needs Parasuraman et al. (1985) introduced way to measure service quality depends on the conformity of the expected benefit with the perceived result that customer get. Analysis gap as the difference between perceived and expected service can be used by service provider to identify service quality. Then in several years later Parasuraman et al. (1988) introduce service quality dimension called SERVQUAL that consist of Tangibles; Reliability; Responsiveness; Assurance and Empathy. Poor quality occurs when perceived performance ratings are lower than expectations, and vice versa (Lim & Tang 2000).

### **Customer Satisfaction**

According to Oliver (2010), satisfaction can be defined as a judgment of service into a pleasurable level of consumption related fulfillment including level of under or over-fulfillment. Satisfaction also can be defined as customer feelings of pleasure or disappointment that results from comparing a service perceived performance or outcome with customer expectations. This is in line with Tse et al. (1988), that defined satisfaction as customer response to the evaluation of the perceived difference between prior expectations and the actual performance of the service as perceived after its consumption. Fornell (1992), considering satisfaction as an overall post-purchase evaluation by the consumer. Level of satisfaction is determined by customer and provider cumulative experience at the point of contact (Sureshchander et al. 2002). Customer satisfaction can be measure at two conceptualization that is transaction-specific and cumulative (Boulding et al. 1993). In the transaction-specific, customer satisfaction is viewed as a post-choice evaluation judgment of a specific purchase opportunity. While cumulative customer satisfaction is an overall evaluation based on the total purchase and consumption experiences with a service over time. The second conceptualization is more fundamental

and useful than transaction specificity customer satisfaction in predicting customer subsequent behavior and the company performances.

### **Value Creation Framework in Public Transport**

Using value co-creation approach customer and provider are relies on joint creation of value that allow the customer co-construct their experience to suit their personalized context. Implementation value creation in public transport sectors, posits customer are not merely as passive participants, but more emphasis as active participant in value creation process (Johnson et al. 2010). Gebauer et al. (2010), introduce value creation framework in public transport by using five activities that consist of customer engagement; self-service; customer experience; problem solving and co-design.

Customer engagement is an involvement activity to persuade customers through advertising and promotions that involve and activate the recipients of the promotional message (Prahalad 2004). By engage customer, they are not only emotionally attached to specific marketing activities but also brand image in the general (Payne et al. 2009). Based on Gebauer et al. (2010) customer can make experience reports which are published in internet site or magazines. They facilitated communicating the benefit or through on open dialogue on risk of using public transport such as sustainability and environmental friendliness issues.

With the development of technology, self-service has become an important aspect of value co-creation between providers and their consumers (Peppard and Rylander, 2006). Self-service Technologies (SST) enables customers to order and buy product without any direct interaction with the provider employee (Meuter et al. 2000). In their study Bitner et al. (2002), state that self-service is not restricted to technologically advanced customers; there is evidence that such facilities attract new customers who have few advanced technical skills. By using self service, they not only stop after buying and paying ticket but also using public transport service (Johnson et al. 2010).

Services can create memorable experiences and contribute to customer learning through an accumulation of experiential encounters over the duration of a relationship between provider and customer (Pine and Gilmore, 1998). Good customer experiences can increase customer satisfaction and create positive emotional bonds (Johnston and Kong 2009; cited in Gebauer et al. 2010). According to Payne et al. (2009) by identifying the experiences that are embedded in the value co-creation process will have potential advantages for service providers. In public transport, integration of mode transport such as buses, trams, subway or train is an example activity that can increase customer experience. While integration of individual transport can be realized by provide park and ride or car sharing service (Johnson et al. 2010).

In Public transport problem solving mean that the service provider allow the customer solve the problem autonomously through system information service by themselves. Problem solving can be done by combine customer self-service opportunities with provider assistance through internet-based communities, company web sites and frequently asked questions menu (Prahalad, 2004). Increasing importance of customers skills in problem-solving allow the customer becomes an important operant resource in the creation of value (Constantin & Lusch 1994; cited in Gebauer et al. 2010). Co-creates value by working with consumers to solve their problems can be done in several ways such as through lost-property services that utilize self-service facilities and the internet. Customers can find the information of loss property via the internet, call centre, or customer service. Customers

describe the missing object as fully as possible, provide the date on which the item was lost and train route.

Value creation opportunities developed when public transport provider co-design service together with the customer. This activity happens when there is collaboration work between them to create a new service that is suitable to the customer's needs and wishes (Johnson et al. 2010). By implementing co-design activity, it will allow customers to participate in the co-creation process through their own innovative design input. In line with Michel et al. (2008; cited in Gebauer et al. 2010), co-designing allows customers to use or reconfigure their value-creating resources more effectively, thus facilitating their value while using the services. It is important to give the customer assist and education throughout the co-designing process (Payne et al. 2009).

## **DISCUSSION**

### **Research Design**

The research method that used in this study is combination of qualitative and quantitative. Qualitative method was conducted as preliminary study to determine quality attribute that will be used in questionnaire design. Then made a number of questions given to the respondents as quantitative measurement, based on the preliminary study attributes. Quantitative research involves counting and measuring of events and performing the statistical analysis of numerical data. The main concerns of the quantitative paradigm are that measurement is reliable, valid and can be generalized in its clear prediction of cause and effect (Matveev 2002).

### **Determine Quality Attributes**

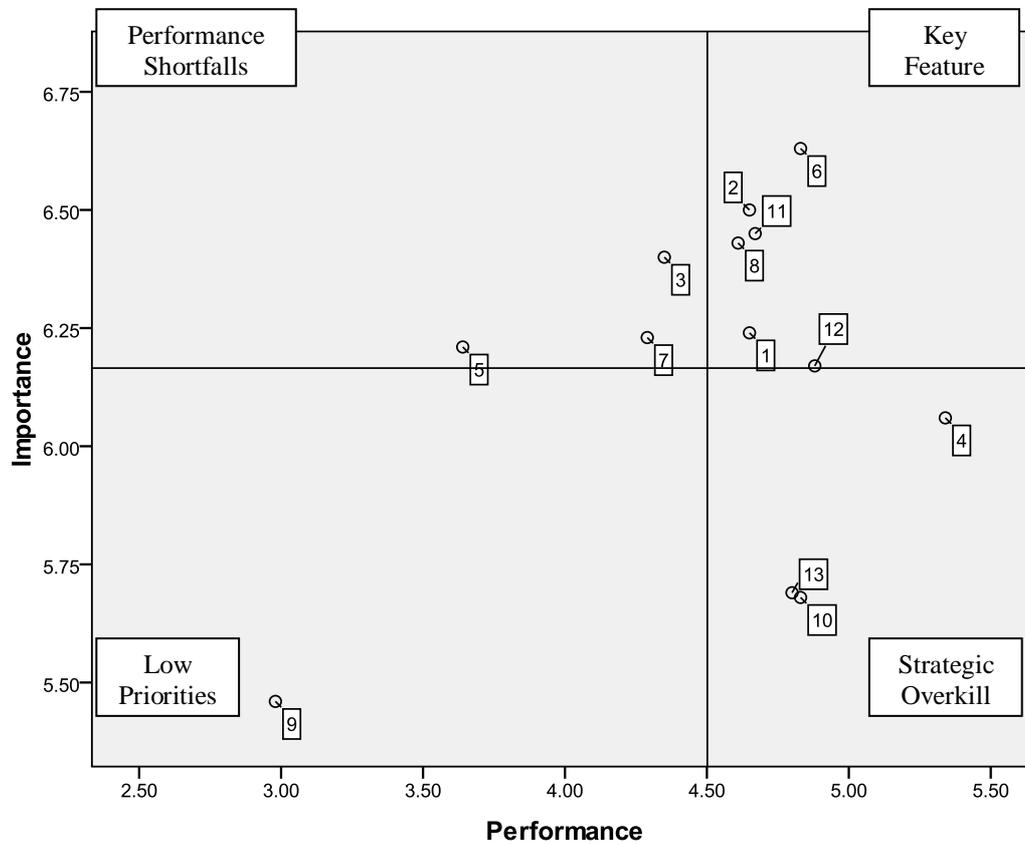
Preliminary study was conducted to investigate customer problem. By using this method, can be found the latent need and problem that customer have toward service quality that offered. According to Griffin and Hauser (1993), they found that by ask between 20 until 30 respondents can be determine about 90-95% of all possible attribute. In this study, there are 30 respondent were asked using open-ended question, so they can express what is on their minds about PT. KAI services. The question that used to get information in preliminary study is using customer delight approach introduced by Matzler et al. (1996) that consist of customer association, customer problem, customer consideration and new feature about PT. KAI services.

From preliminary study, there are 13 quality attribute were obtained that consist of Environmental friendliness, Comfort, Punctuality, Self-service ticketing, Easiness of mode change, Safety and security, Waiting room, Cleanliness, Internet access (wi-fi), Mobile device application, System Information also Smoking and Hawker prohibition. Then from those attribute will be asked about customer expectation, customer perception and customer satisfaction using 1-7 likert scale as quantitative research.

### **Importance Performance Analysis (IPA)**

To determine the service attributes that need be improved according to the priority scale, we can use IPA matrix (Martilla and James, 1977; Oliver 2010). Importance score obtained from customer expectation, while performance score obtained from customer perception toward PT. KAI services. Then will be made the points in Cartesian coordinates by using

the average value of each attribute X and Y axis. Then the references line was obtained from the average scores of all perception score in X axis and the average score of all expectation score in Y axis. The result IPA matrix result about PT. KAI services quality show in figure 1 below.



**Figure 1** Importance-Performance Matrixes

From IPA matrix above we can summary the service quality analysis result into table that divide attributes into four quadrant. Table 1 below will describe the result from IPA method.

**Table 1** Importance-Performance Analysis Result

Quadrant	No	Attributes
Key Feature	1	Environment friendliness
	2	Comfort
	6	Safety and Security
	8	Vehicle cleanliness
	11	System Information
	12	Smoking Prohibition
Performance Shortfall	3	Punctuality
	5	Easiness to mode change
	7	Waiting Room
Low priorities	9	Internet Access (wi-fi)

Quadrant	No	Attributes
Strategic Overkill	4	Self-service ticketing
	10	Mobile device application
	13	Hawker prohibition

### Regression Analysis

Regression Analysis was conducted to find out the relationship between quality attributes and customer satisfaction. First of all, correlation analysis was conducted to find the relation of each attributes. The result show that all of attribute has positive relation through overall satisfaction with ( $p < 0.01$ ), it means that when customer satisfaction with a specific service quality attributes increases, overall of satisfaction will increase too. Then analysis factor was conducted to summarize the information contained in a number of composite dimensions. The analysis factor result show that KMO score is 0.909 that greater than 0.5 and significance score is less than 0.05 so correlations between variable pairs can be analyzed. Then The SPSS result for MSA calculating show that MSA value is  $> 0.5$ , so it means that variable can still be predicted and also can be analyzed.

**Table 2** Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
Comfort	.685	
Punctuality	.692	
Self-service ticketing	.698	
Mode change	.766	
Safety and security	.638	
Waiting room	.679	
Cleanliness	.684	
Internet access	.457	
Mobile device application	.787	
System Information	.611	
Environment friendliness		.595
Smoking Prohibition		.894
Hawker Prohibition		.792

From rotated component matrix above, we can divide the attributes into two categories. In this study, author classify the first category as main service that consist of comfort, punctuality, self-service ticketing, mode change, safety and security, waiting room, cleanliness, internet access, mobile device application and system information. While in the second category, author mention as addition services that consist of environment friendliness, smoking prohibition and hawker prohibition. Then from those factor, regression analysis was performed to evaluate the contribution of each factor on overall satisfaction. By using stepwise method, can be seen that there are two kind of output model.

**Table 3** Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.651 <sup>a</sup>	.423	.420	1.001
2	.814 <sup>b</sup>	.662	.659	.768

From table 3 above, we can see that the second model is better than the first model. Coefficient correlation show value 0.814 that indicate the relationship between attribute is positive and has high correlation. Using the second model, factor 1 and factor 2 can explain 66.2% of overall satisfaction, while the remain 33.8% influence from other factor.

**Table 4** Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.706	.075		63.058	.000
	Main Services	.855	.075	.651	11.431	.000
2	(Constant)	4.706	.057		82.188	.000
	Main Services	.855	.057	.651	14.899	.000
	Additional Services	.643	.057	.489	11.197	.000

By using the second model, overall satisfaction as dependent variable influence by main service and additional services as independent variable. The relationship can be describe as  $Y(\text{satisfaction}) = 4.706 + 0.855 X1(\text{Main Service}) + 0.643 X2 (\text{Additional Services})$ .

### Implementation of Value Creation Framework in PT. KAI

Gebauer et al (2010) value creation dimension can be used by PT. KAI indevelop new business opportunities that involve customer to increase the value. It also can be used as triggers for changing customer's role from passive to active participant, where customers allow creating value (Johnson et al. 2010). As railway operator that faces competition from other mode of transport such as aviation and bus, PT. KAI needs to shift their perspective to more customer-oriented service where value is co-created with customer. By using value creation framework, means that PT. KAI and the customer are relies on joint creation of value that allows the customer co-construct their experience to suit their personalized context (Prahalad&Ramaswamy, 2004a; 2004b).

The first value creation activity is customer engagement, PT. KAI can engaging customers through communicating the benefits. Persuade customers through advertising and promotions that involve and activate the recipients of the promotional message (Prahalad2004). Customer is not only emotionally attached to specific marketing activities but also brand image in the general (Payne et al. 2009). It can start with arguments on sustainability or environment friendliness of railways transport and it continues with articulating the transport quality (Gebauer et al. 2010). Customer engagement used to generate comprehensive information fromthe customerto adapt services and products that satisfy customer and meet customer needs.

The second dimension is self-service activity that can be done by PT. KAI in creating the valuethroughself-service ticketing reservation.According to Meuter et al. (2000), the technological innovations such as internet, mobile phone and computer terminals are enable customers to make reservation and exchange resources with companies without any direct interaction with their employees. By doing this activity, customers not only stop in buying and paying tickets, but also appear to using public transport service (Johnsonet al. 2010). According to Peppard and Rylander (2006), self-service has become an important

aspect of value co-creation between providers and their consumers. Self-service is not only restricted to technologically advanced customers but also attract new customers who have few advanced technical skills (Bitner et al.2002).

The third activity of value creation framework is concern about customer experience. According to Johnson et al. (2010), customer experience in public transport starts with an integrated public and individual transport network. Integration service involves different means of public transport such as buses, trams, subway or train. Customer who has good experiences toward service offered can increase level of satisfaction and create positive emotional bonds (Johnston and Kong, 2009; cited in Gebauer et al. 2010). So, PT. KAI need to concern to consider in customer experience to generate good memory in customer perspective. According to Pine and Gilmore (1998), services can generate memorable experiences and contribute to customer learning through an accumulation of experiential encounters over the duration of a relationship between provider and customer.

In problem solving dimension, services provider give the customer opportunity to navigate problem independently through system information services and to solve problems by themselves. According to Constantin & Lusch (1994; cited in Gebauer et al. 2010), increasing importance of customers skills in problem-solving allow the customer becomes an important operant resource in the creation of value. Creating value typically involves positive emotions for customers, compared with co-repairing value after a failure that often entails negative emotions. PT. KAI needs to apply the co-creating value through problem solving to keep positive emotions from the customers.

Value creation opportunities occur when public transport provider allow the customer to co-design the services together. Co-design implies either to use customers better aligns services and customer needs during market introduction, or involving customer already in the creation of new service idea (Johnson et al. 2010). Customers have the opportunity to participate actively in the innovation activities through their own innovative design effort. It is important to give the customer assist and education throughout the co-designing process (Payne et al. 2009), so customer knows the correct way to give contribution in service design. PT. KAI using facebook, twitter, customer service and call center to accommodate and receive the suggestions or complaints from customers. By involving customer in design the service, will create services in accordance with customer needs.

## **CONCLUSION**

From this study, author found some conclusion that will answer the research purpose and research question. Based on result on Importance performance analysis, shown that there are three attributes that belong to performance shortfall category that are punctuality, easiness to mode change and waiting room. Combine with result from regression analysis that show all of three attributes belong to main service component that has significant influence to determine satisfaction. To improve service quality, PT. KAI can implement value creation framework that consist of customer engagement; self-service; customer experience; problem solving and co-design. The finding from this study, author tend to classify those three attributes in customer experience activity. Customer who has good experiences toward service offered can increase level of satisfaction and create positive emotional bonds. Service can generate memorable experiences and contribute to customer learning through an accumulation of experiential encounters over the duration of a relationship between provider and customer.

## REFERENCES

- Bitner, M., Ostrom, A. L., & Meuter, M. L. (2002). Implementing successful self-service technologies. *Academy Of Management Executive*, 16(4), 96-108.
- Boulding, W., Kalra, A., Staelin, R., & Zeithaml, V. A. (1993). A Dynamic Process Model of Service Quality: From Expectations to Behavioral Intentions. *Journal Of Marketing Research (JMR)*, 30(1), 7-27.
- Davoudi, Sara (2012). The Delighted Traveler: Relation of Customer-oriented Quality Attributes to Customers' Satisfaction with Swedish Public Transport: A Study of Värmlandstrafik. Master Thesis. Karlstad Business School.
- Fornell, C. (1992). A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience. *Journal Of Marketing*, 56(1), 6-21.
- Gebauer, H. H., Johnson, M. M., & Enquist, B. B. (2010). Value co-creation as a determinant of success in public transport services: A study of the Swiss Federal Railway operator (SBB). *Managing Service Quality*, 20(6), 511-530.
- Ghobadian, A., Speller, S., & Jones, M. (1994). Service quality: concepts and models. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 11(9), 43-66.
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). The Voice Of The Customer. *Marketing Science*, 12(1), 1.
- Johnson, M., Gebauer, H. and Enquist, B. (2010), "Value creation in public transit services", The 11<sup>th</sup> International Research Seminar In Service Management, La Londe les Maures, France.
- Lim, P. C., & Tang, N. (2000). A study of patients' expectations and satisfaction in Singapore hospitals. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 13(7), 290-299.
- Martilla, J. A., & James, J. C. (1977). Importance-Performance Analysis. *Journal Of Marketing*, 41(1), 77-79.
- Matveev, A. V. (2002). The advantages of employing quantitative and qualitative methods in intercultural research: Practical implications from the study of the perceptions of intercultural communication competence by American and Russian managers. *Theory of communication and applied communication*, 1, 59-67.
- Matzler, K., Hinterhuber, H.H., Bailom, F., and Sauerwein, E., (1996) How to delight your customer. *Journal of Product and brand Management*, Vol. 5, No. 2, pp. 6-18.
- Meuter, M. L., Ostrom, A. L., Roundtree, R. I., & Bitner, M. (2000). Self-Service Technologies: Understanding Customer Satisfaction with Technology-Based Service Encounters. *Journal Of Marketing*, 64(3), 50-64.
- Otley, D. (1999). Performance management: a framework for management control systems research. *Management Accounting Research*, 10(4), 363-382.
- Oliver, R. L. (2010). *Satisfaction : a behavioral perspective on the consumer / Richard L. Oliver*. Armonk, N.Y. : M.E. Sharpe, c2010.
- Parasuraman, A. A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal Of Marketing*, 49(4), 41-50.
- Parasuraman, A. A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.

- Payne, A., Storbacka, K., Frow, P., & Knox, S. (2009). Co-creating brands: Diagnosing and designing the relationship experience. *Journal of Business Research*, 62(3), 379-389.
- Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004a). *The future of competition : co-creating unique value with customers / C.K. Prahalad, Venkat Ramaswamy*. Boston, Mass. : Harvard Business School Pub., cop. 2004.
- Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004b). Co-Creation Experiences: The Next Practice in Value Creation. *Journal of Interactive Marketing*, 18(3), 5-14.
- Pepparrd, J., & Rylander, A. (2006). From value chain to value network: insights for mobile operators. *European Management Journal*, (2-3), 128.
- Pine, I., & Gilmore, J. H. (1998). Welcome to the Experience Economy. *Harvard Business Review*, 76(4), 97-105
- Saputra, A.D. (2010). Analysis of Train Passenger Responses On Provided Service Case study: PT. Kereta Api Indonesia and Statens Järnvägar (SJ) AB, Sweden. Master Thesis. Karlstad Business School.
- Sunarto, R.S. (2009) Contractual Governance of Indonesia Railway System Case Study: Customer Satisfaction in Jabodetabek Area Vs Värmlandstrafik AB. Master Thesis. Karlstad Business School.
- Sureschandar, G. S., Rajendran, C., & Anantharaman, R. N. (2002). The relationship between service quality and customer satisfaction--a factor specific approach. *Journal of Services Marketing*, 16(4), 363
- Tse, D. K., & Wilton, P. C. (1988). Models of Consumer Satisfaction Formation: An Extension. *Journal Of Marketing Research*, (2), 204.

## ANALISIS KEBUTUHAN PARKIR PADA KAMPUS UNIVERSITAS ATMA JAYA MAKASSAR.

**Yuada Rumengan**

Dosen Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Atma Jaya Makassar  
Jl. Tanjung Alang No. 23 Makassar  
Telp. 0411-871038, Faks. 0411-870294  
[yu\\_rumengan@yahoo.com](mailto:yu_rumengan@yahoo.com)

### Abstract

Parking facility is defined as the location where the vehicle stops temporarily not to conduct activities in a time series. The need for a parking space at public places such as campus has been an absolute thing. This study aims to determine the need for parking space at Atma Jaya University Makassar.

The study was conducted by using the data collection from the parking vehicles at Atma Jaya University that has been with the lecturing schedule. To analyze the needs of parking space units, the Technical Implementation Guidelines for parking facilities issued by the Direktur Perhubungan Darat, was used

The results of this study showed that for motor-cycle parking facilities, the space is inadequate at only 371.62 m<sup>2</sup> or 52.40 % of the requirement is 709.20 m<sup>2</sup> while the four-wheel drive is available for a large space is 1.616 m<sup>2</sup> or 135.77 % of the requirement is 1190.25 m<sup>2</sup>.

Based on the results of this study is advisable for motor-cycle parking spaces for being added while for car parking spaces need to be a good arrangement.

**Keywords :** *Parking Space Unit, Cars, Motor-cycles*

### Abstrak

Fasilitas parkir adalah lokasi yang ditentukan sebagai tempat pemberhentian kendaraan yang tidak bersifat sementara untuk melakukan kegiatan pada suatu kurun waktu. Kebutuhan akan adanya suatu ruang parkir pada tempat-tempat kegiatan seperti kampus sudah merupakan hal mutlak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan ruang parkir pada Kampus Universitas Atma Jaya Makassar.

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data kendaraan parkir yang ada di kampus disesuaikan jadwal perkuliahan. Untuk menganalisis kebutuhan jumlah kebutuhan Satuan Ruang Parkir, digunakan Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir yang dikeluarkan oleh Direktur Perhubungan Darat tahun 1996.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk ruang parkir kendaraan roda dua, fasilitas yang ada sangat tidak memadai yaitu hanya 371,62 m<sup>2</sup> atau 52,40 % dari kebutuhannya itu 709,20 m<sup>2</sup> sedangkan untuk kendaraan roda empat tersedia ruang yang lebih besar yaitu 1.616 m<sup>2</sup> atau 135,77 % dari kebutuhannya itu 1.190,25 m<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan untuk ruang parkir motor ditambah kapasitasnya sedang untuk ruang parkir mobil perlu dilakukan penataan yang baik.

**Kata kunci:** *Satuan Ruang Parkir ( SRP ), Mobil, Motor.*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kota Makassar sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan dan pusat pelayanan Kawasan Timur Indonesia, telah berkembang menjadi kota metropolitan dengan jumlah penduduk sekitar 1,8 juta orang. Hal ini menciptakan berbagai aktivitas dan pergerakan penduduk yang semakin dinamis, sehingga mendorong munculnya berbagai moda transportasi dan jumlah kendaraan beroda dua maupun beroda empat semakin tumbuh pesat.

Fasilitas parkir dan terminal merupakan bagian penting dari total sistem transportasi. Seorang pengguna kendaraan ingin mendapatkan parkir persis di dekat tata guna lahan yang dituju, namun hal ini tidak mungkin selalu di dapatkan.

Dalam perencanaan parkir, salah satu aspeknya adalah prakiraan kebutuhan parkir. Kebutuhan parkir suatu wilayah dapat diperkirakan berdasarkan aktifitas lahan dan luas lahan yang dipergunakan.

Kampus Universitas Atma Jaya Makassar sebagai salah satu kampus perguruan tinggi yang ada di Kota Makassar, terletak di Jalan Tanjung Alang No. 23. Dalam kegiatan sehari-hari mahasiswa, dosen dan karyawan menggunakan kendaraan menuju ke kampus, dengan demikian dibutuhkan ruang parkir yang memadai.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : Berapa kebutuhan ruang parkir untuk Kampus Universitas Atma Jaya Makassar,

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

Mengetahui kebutuhan ruang parkir dalam kampus Universitas Atma Jaya Makassar

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Parkir dapat diartikan sebagai kondisi tidak bergerak ( berhenti ) sebuah kendaraan dengan waktu lama atau tidak sementara dan biasanya pengemudi meninggalkan dan menitipkan kendaraannya di suatu ruang dan lahan ke petugas parkir baik dibayar maupun gratis/ bebas parkir.

Aktifitas parkir kendaraan yang tinggi biasanya terjadi di kawasan-kawasan yang menarik perjalanan tinggi seperti pusat-pusat perbelanjaan dan rekreasi, pusat perkantoran baik pemerintah maupun swasta, kawasan pendidikan ( baik sekolah dasar, sekolah menengah maupun perguruan tinggi), rumah sakit, perhotelan, bandar udara, stasiun kereta api dan lain-lain.

Konsep dasar penanganan masalah parkir perlu dilakukan pendekatan sistematis yaitu pendekatan yang didasarkan pada dua aspek utama ( Alamsyah, 2005:199 ) yaitu :

1. Kajian terhadap permintaan parkir,
2. Kajian terhadap besar penyediaan fasilitas parkir.
  - a. Permintaan Parkir.

Besaran permintaan parkir pada suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh pola tata guna lahan di kawasan yang bersangkutan. Mengingat besarnya permintaan parkir sehingga diharapkan pada semua kawasan kegiatan seperti kampus harus menyediakan ruang parkir yang memadai.

- b. Konsep dasar penyediaan fasilitas parkir di luar badan Jalan.

Penyediaan fasilitas parkir di luar badan jalan dapat berupa : pelataran/ taman parkir atau gedung parkir.

Informasi mengenai karakteristik parkir sangatlah diperlukan pada saat kita merencanakan suatu lahan parkir. Beberapa parameter karakteristik parkir yang harus diketahui adalah (Tamin, 2003:360) :

1. Durasi parkir, informasi ini dibutuhkan untuk mengetahui lama suatu kendaraan parkir,
3. kumulasi parkir, informasi ini dibutuhkan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang sedang berada pada suatu lahan parkir pada selang waktu tertentu,
4. Tingkat pergantian ( *parking turn-over* ) dan tingkat penggunaan (*occupancy rate*), tingkat pergantian diperoleh dari jumlah kendaraan yang telah memanfaatkan lahan parkir pada selang waktu tertentu dibagi dengan ruang parkir yang tersedia,
5. Volume parkir, jumlah kendaraan yang telah menggunakan ruang parkir pada suatu lahan parkir tertentu dalam satu satuan waktu tertentu,
6. Kapasitas parkir, banyaknya kendaraan yang dapat dilayani oleh suatu lahan parkir selama waktu pelayanan,
7. Indeks Parkir, merupakan persentase dari akumulasi jumlah kendaraan pada selang waktu tertentu dibagi dengan ruang parkir yang tersedia dikalikan 100 %.

Pada tabel 1 di bawah ini diberikan mengenai kebutuhan ruang parkir berdasarkan tata guna lahan.

**Tabel 1** : Ukuran Kebutuhan Ruang Parkir

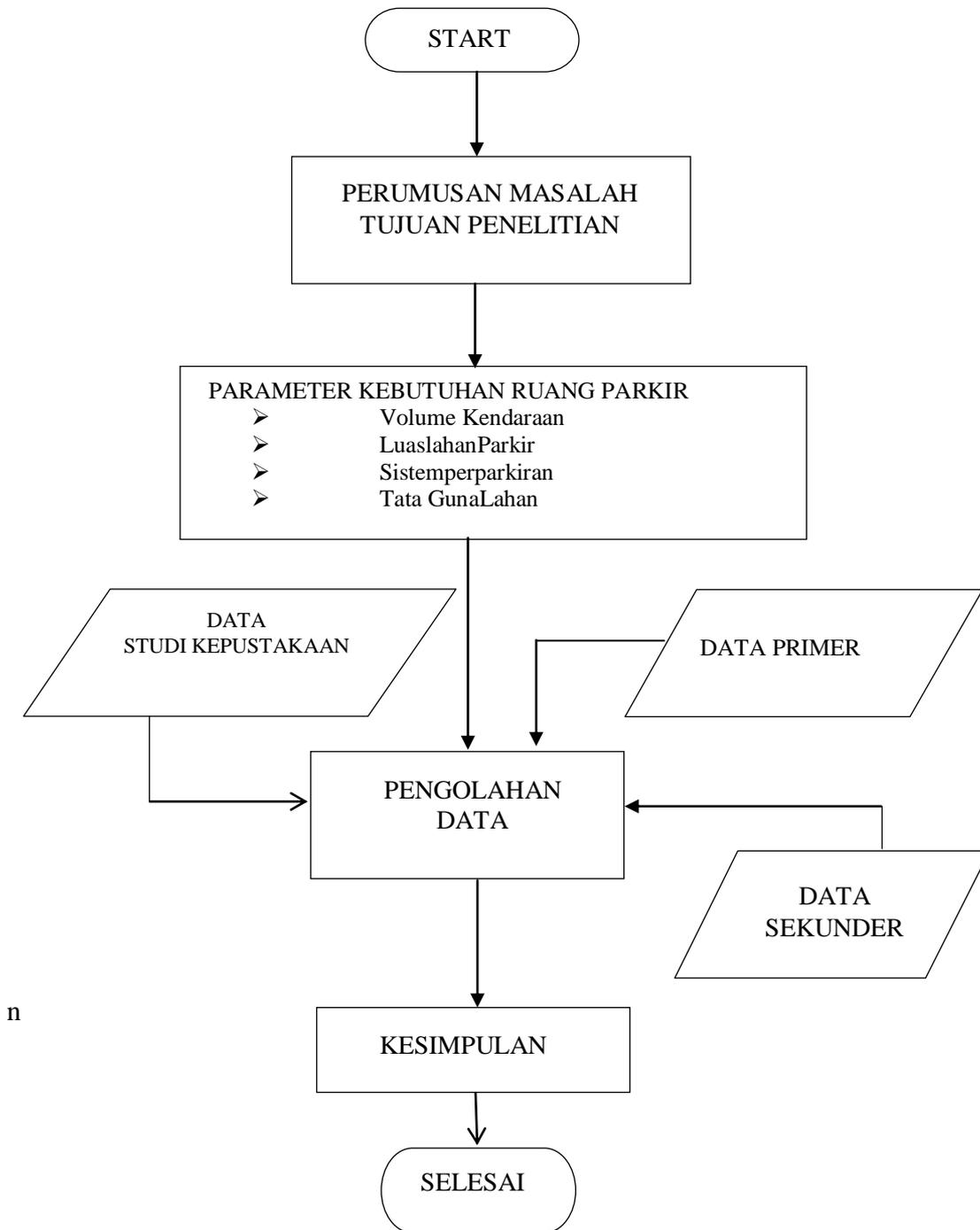
Peruntukan	Satuan (SRP untuk mobil penumpang)	Kebutuhan Ruang Parkir
PusatPerdagangan		
· Pertokoan	SRP / 100 m <sup>2</sup> luaslantaiefektif	3,5 - 7,5
· PasarSwalayan	SRP / 100 m <sup>2</sup> luaslantaiefektif	3,5 - 7,5
· Pasar	SRP / 100 m <sup>2</sup> luaslantaiefektif	
PusatPerkantoran		
· Pelayananbukanumum		
· Pelayananumum	SRP / 100 m <sup>2</sup> luaslantai	1,5 - 3,5
	SRP / 100 m <sup>2</sup> luaslantai	
Sekolah		
Hotel/TempatPenginapan		0,7 - 1,0
RumahSakit	SRP / mahasiswa	0,2 - 1,0
Bioskop	SRP / kamar	0,2 - 1,3
	SRP / tempattidur	0,1 - 0,4
	SRP / tempatduduk	

Sumber : Naasra dalam SK Ditjen Hubdar 1996

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan adalah dari survey primer yang dilakukan di dalam Kampus Universitas Atma Jaya Makassar,

Selain data primer maka dibutuhkan data sekunder misalnya kebijakan pengembangan kampus dan data lain yang terkait. Pada gambar berikut diperlihatkan flowchart penelitian.



n

**Gambar 1** : Flowchart Analisis kebutuhan ruang parkir pada Kampus Universitas Atma Jaya Makassar

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data untuk menghitung kebutuhan satuan ruang parkir pada Kampus Universitas Atma Jaya Makassar disesuaikan dengan penjadwalan kuliah yang terbagi atas

4 ( empat ) sesi setiap hari. Pada tabel 2 dan 3 di bawah ini dapat dilihat akumulasi parkir kendaraan roda dua ( motor ) dan roda empat ( mobil ) sesuai sesi perkuliahan dari hari Senin sampai Jumat.

**Tabel 2** : Akumulasi parkir kendaraan roda 2 ( sepeda motor )

Waktu Parkir	Senin 03-03-2014	Selasa 04-03-2014	Rabu 05-03-2014	Kamis 06-03-2014	Jumat 07-03-2014
08.00 – 10.00	399	396	398	367	371
10.00 – 12.00	413	400	435	405	375
13.00 – 15.00	409	402	404	401	364
15.00 – 17.00	395	389	407	391	362
Rata-rata	404	397	411	391	368

**Tabel 3** : Akumulasi parkir kendaraan roda 4 ( mobil )

Waktu Parkir	Senin 03-03-2014	Selasa 04-03-2014	Rabu 05-03-2014	Kamis 06-03-2014	Jumat 07-03-2014
08.00 – 10.00	72	75	71	65	68
10.00 – 12.00	69	68	76	67	67
13.00 – 15.00	63	63	68	69	59
15.00 – 17.00	67	75	73	74	66
Rata-rata	68	70	72	69	65

**Tabel 4** : Dosen, Karyawan dan Mahasiswa UAJM

Dosen tetap	Dosen tidak tetap	Karyawan	Mahasiswa	Jumlah
67	39	40	1.634	1.780

Sumber : BAAK Universitas Atma Jaya Makassar

**Tabel 5** : Sekolah/ perguruan tinggi

Jumlah Mahasiswa (Orang)	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
Kebutuhan (SRP)	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240

Sumber : SK Dirjen Hubdar, 1996

**Tabel 6** : Satuan Ruang Parkir ( SRP )

Jenis Kendaraan	SRP ( m <sup>2</sup> )
1. a. Mobil penumpang golongan I	2,30 x 5,00
b. Mobil penumpang golongan II	2,50 x 5,00
c. Mobil penumpang golongan III	3,00 x 5,00
2. Bus/truk	3,40 x 12,50
3. Sepeda Motor	0,75 x 2,00

Sumber : SK Direktorat Hubdar, 1996

#### **4.1. Kebutuhan Satuan Ruang Parkir kendaraan Roda dua ( motor )**

Berdasarkan data pada tabel 2 untuk sepeda motor dan standar kebutuhan satuan ruang parkir dari Direktorat Hubdar, 1996 seperti pada tabel 6 di atas maka kebutuhan ruang parkir motor untuk Kampus Universitas Atma Jaya adalah sebagai berikut :

1. Rata-rata kendaraan roda dua parkir dari hari Senin sampai Jumat adalah =  $( 404 + 397 + 411 + 391 + 368 ) / 5 = 394$  sepeda motor.
2. Jadi kebutuhan ruang parkir untuk motor =  $394 \times 0.75 \times 2.00 \times 1.2 = 709.2 \text{ m}^2$ , dimana Index Parkir diambil = 1.2.
3. Berdasarkan pengukuran di lokasi ternyata ruang parkir motor yang ada hanya  $371.62 \text{ m}^2$  atau hanya 52,40 % dari kebutuhan saat ini.

#### **4.2. Kebutuhan Satuan Ruang Parkir untuk kendaraan roda empat ( mobil ).**

Rata-rata kendaraan roda empat parkir dari hari Senin sampai Jumat adalah =  $( 68 + 70 + 72 + 69 + 65 ) / 5 = 68.8$  dibulatkan = 69 mobil.

1. Jadi kebutuhan ruang parkir untuk mobil =  $69 \times 2,30 \times 5,00 \times 1,5 = 1.190,25 \text{ m}^2$ , dimana Index Parkir diambil = 1,5.
2. Berdasarkan pengukuran di lokasi ternyata ruang parkir mobil yang ada  $1.616 \text{ m}^2$  atau 135,77 % dari kebutuhan saat ini.

## **5. PENUTUP**

### **5.1. Kesimpulan**

Hasil dari penelitian kebutuhan Satuan Ruang Parkir disimpulkan sebagai berikut :

1. Kebutuhan ruang parkir untuk kendaraan roda dua tidak memadai yaitu hanya 52,40 % dari kebutuhan saat ini.
2. Kebutuhan ruang parkir untuk kendaraan roda empat tersedia ruang yang cukup yaitu sebesar 135,77 % namun perlu dilakukan penataan yang baik.

### **5.2. Saran-saran**

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan seiring dengan penambahan populasi mahasiswa yang tentunya akan berpengaruh pada penambahan kendaraan baik roda dua maupun roda empat maka disarankan supaya fasilitas parkir dapat dibuat dan ditata dengan baik dengan menyesuaikan kebutuhan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alamsyah, Ansyori, A., Agustus 2005, Rekayasa Lalu Lintas, Malang, Universitas Muhammadiyah Malang, cetakan pertama.
- Departemen Perhubungan, 2006, Peraturan Menteri Perhubungan No.: KM 14 tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, Jakarta.
- Departemen Perhubungan, 1994, Penyelenggaraan Angkutan Orang di Jalan dengan Kendaraan Umum, Keputusan Menteri Perhubungan No. 84.

- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas, Agustus 1999, Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas Jalan, Jakarta : Direktorat Perhubungan Darat, cetakan pertama.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, 1999, Rekayasa Lalu Lintas, Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Lalu Lintas di Wilayah Perkotaan, Jakarta.
- Direktorat Perhubungan Darat, 1995, Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Tertib,
- Direktorat Perhubungan Darat, 1995, Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Tertib,
- Direktorat Perhubungan Darat, 1996, Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir,
- Tamin, Z, Ofyar, 2003, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Contoh Soal dan Aplikasi, Bandung, Penerbit ITB.
- Warpani, Suwardjoko, P., 2002, Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Bandung, Penerbit ITB.

# ANALISIS PANJANG ANTRIAN KENDARAAN AKIBAT KENDARAAN YANG MELAKUKAN PUTARAN BALIK DI AREA U-TURN (STUDI KASUS : JL. KOL. H. BURLIAN KM. 9 PALEMBANG)

**Dyan Pratnamas Putra**  
Mahasiswa  
Program Magister Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Sriwijaya  
Jln. Raya Indralaya –  
Prabumulih, Km. 32,  
Ogan Ilir, South Sumatera,  
30662  
Telp: (0711) 580169  
[dyanpratnamas@yahoo.co.id](mailto:dyanpratnamas@yahoo.co.id)

**Prof. Dr. Ir. Erika Buchari, M.Sc**  
Profesor  
Program Magister Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Sriwijaya Jln. Raya Indralaya –  
Prabumulih, Km. 32,  
Ogan Ilir, South Sumatera, 30662  
Telp: (0711) 580169  
[eribas17@gmail.com](mailto:eribas17@gmail.com)

**Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T**  
Dosen  
Program Magister Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Sriwijaya  
Jln. Raya Indralaya – Prabumulih,  
Km. 32,  
Ogan Ilir, South Sumatera, 30662  
Telp: (0711) 580169  
[joniarliansyah@yahoo.com](mailto:joniarliansyah@yahoo.com)

## ABSTRACT

Queues vehicle in U-turn area occur because of vehicle that does U-turn will take 1 lane in as a result there's no lanes of vehicle waiting before do U-turn. Moreover, the vehicles that do U-turn will take 2 lanes in from opposite directions as consequence vehicle maneuver against the turning radius in the median. Reduction lanes from 3 to 2 lead to a narrowing of the road due to queue of vehicle waiting before U-turn. From the above, it can be concluded that the delay time in U-turn area caused by queuing vehicle that do U-turn. From time delay issues in U-turn area, we need study / research the influence queues length of vehicles in U-turn area. The purpose of this study was to analyze the road capacity, queues length and travel times of vehicle before and after the change in U-turn area design using VISSIM 6.0.

The methodology used in this research is the vehicle volume survey counting, vehicle travel time, U-turn vehicle travel time and the number of vehicle arrival in U-turn area at Jl. Kol. H. Burlian km. 9 Palembang. We analyze the road capacity, long queues of vehicles travel time in the existing condition and new road design plan condition in U-turn area with manual calculation and VISSIM 6.0 programme.

From the research, it is found that the road capacity is reduced from 3 lanes (4226 smp/hour) to 2 lanes (2762 smp/hour) and maximum vehicles queue length is 45,89 m. From these result we made the design plan of new road in U-turn area at Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang, with the addition of a special vehicle lane doing U-turn (3,13 m width ; 45 m length) and additional road median for 7 m (from existing condition 2 m to 9 m). Overall planning of road widening in U-turn area is 13,26 m (left width 6,63 m and right wide 6,63 m). In addition, we need to add a road divider marking for vehicle queuing discipline that will do U-turn.

From the analysis of the road new design at Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang, we can conclude that a reduction in maximum queue length from 45,89 m (existing condition) to 0,00 m (new road design), besides there is reduction in maximum vehicle travel time from 7,45 second (existing condition) to 2,475 second (new road design).

**Key Word:** U-turn, Vehicle Queue Length, Vehicle Travel Time, VISSIM 6.0 Programme

## ABSTRAK

Antrian kendaraan di area U-turn terjadi karena kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil satu lajur dalam akibat tidak adanya lajur tunggu kendaraan sebelum melakukan putaran balik. Selain itu kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil dua lajur dalam dari arah yang berlawanan karena pengaruh manuver kendaraan terhadap radius putar di median. Pengurangan lajur jalan dari 3 lajur menjadi 2 lajur menyebabkan terjadinya penyempitan jalan akibat antrian kendaraan yang menunggu sebelum melakukan putaran balik. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tundaan waktu di area U-turn disebabkan oleh antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik. Dari permasalahan tundaan waktu di area U-turn ini maka perlu adanya suatu penelitian tentang panjang antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik di area U-turn. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

menganalisis kapasitas jalan, panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan sebelum dan sesudah perubahan desain jalan di area U-turn dengan menggunakan program VISSIM 6.0.

Metodologi penelitian yang dipakai yaitu dengan survey counting volume kendaraan, waktu tempuh kendaraan, waktu putaran balik kendaraan dan jumlah kedatangan kendaraan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian km. 9 Palembang. Analisis yang dilakukan yaitu analisis kapasitas jalan, analisis panjang antrian kendaraan dan waktu tempuh kendaraan pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru di area U-turn dengan menggunakan perhitungan manual dan program VISSIM 6.0.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa kapasitas jalan berkurang dari 3 lajur (4226 smp/jam) menjadi 2 lajur (2762 smp/jam) dan panjang antrian kendaraan maksimum adalah 45,89 m. Dari hasil penelitian tersebut maka dibuat perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang yaitu dengan penambahan lajur khusus kendaraan yang melakukan putaran balik (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) dan pelebaran median jalan yaitu sebesar 7 m (dari kondisi existing 2 m menjadi 9 m). Secara keseluruhan perencanaan pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m). Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan untuk disiplin antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik.

Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang diketahui bahwa terjadi pengurangan panjang antrian maksimum yaitu dari 45,89 m (kondisi existing) menjadi 0,00 m (desain jalan baru), selain itu juga terjadi pengurangan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) maksimum yaitu dari 7,45 detik (kondisi existing) menjadi 2,47 detik (desain jalan baru).

**Kata Kunci:** *U-turn, Panjang antrian kendaraan, Waktu tempuh kendaraan, Program VISSIM 6.0*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kebutuhan putaran balik (U-turn) timbul akibat adanya akses di sepanjang jalan, akan tetapi banyaknya putaran balik (U-turn) akibat banyaknya akses bukan menjadi solusi untuk memperlancar arus lalu lintas. Banyaknya U-turn ini malah menambah tundaan kendaraan lain akibat kendaraan yang melakukan putaran balik. Salah satu cara yang telah dilakukan untuk mengurangi tundaan ini yaitu dengan menutup U-turn di beberapa lokasi tapi konsekuensinya terjadi penumpukan kendaraan yang akan melakukan putaran balik di satu lokasi U-turn. Akibat dari penumpukan kendaraan yang melakukan putaran balik akan berpengaruh terhadap kendaraan yang searah dan berlawanan arah yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan di area U-turn. Antrian kendaraan ini terjadi karena kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil satu lajur dalam akibat tidak adanya lajur tunggu kendaraan sebelum melakukan putaran balik. Selain itu kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil dua lajur dalam dari arah yang berlawanan karena pengaruh manuver kendaraan terhadap radius putar di median jalan. Pengurangan lajur jalan dari 3 lajur menjadi 2 lajur menyebabkan terjadinya penyempitan jalan akibat antrian kendaraan yang menunggu sebelum melakukan putaran balik. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tundaan waktu di area U-turn disebabkan oleh antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik. Dari permasalahan tundaan waktu di area U-turn ini maka perlu adanya suatu penelitian tentang panjang antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik di area U-turn.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis perbandingan antara kapasitas ruas jalan normal dan kapasitas penyempitan jalan (*Supply*) dengan arus lalu lintas yang masuk (*demand*).

2. Menganalisis panjang antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik. Dari hasil analisis didapatkan panjang perencanaan lajur tunggu kendaraan yang akan melakukan putaran balik.
3. Menganalisis hubungan antara panjang antrian kendaraan, jumlah kedatangan kendaraan dan waktu putaran balik kendaraan.
4. Menganalisis hasil simulasi program VISSIM 6.0 berupa panjang antrian kendaraan di area U-turn. Dari hasil analisis program VISSIM 6.0 tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan manual sehingga didapatkan rencana perubahan desain jalan di area U-turn.
5. Menganalisis waktu tempuh kendaraan (*travel times*) yang melewati area U-turn. Waktu tempuh kendaraan (*travel times*) ini dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi untuk rencana desain jalan yang baru sehingga bisa mengurangi tundaan kendaraan yang melewati area U-turn.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kapasitas Jalan

Persamaan umum untuk menghitung kapasitas ruas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI : 1997) untuk daerah perkotaan adalah:

$$C = C_0 \cdot FC_w \cdot FC_{SP} \cdot FC_{SF} \cdot FC_{CS} \quad (1)$$

Keterangan:

- C = kapasitas (smp/jam)  
C<sub>0</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)  
FC<sub>w</sub> = faktor koreksi kapasitas untuk lebar jalan  
FC<sub>SP</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah (tidak berlaku untuk jalan satu arah)  
FC<sub>SF</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat gangguan samping  
FC<sub>CS</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

### Antrian Kendaraan

Kombinasi kedatangan dan kedatangan M / M / 1 : FIFO / ~ / ~, panjang antrian rata-rata kendaraan di lajur lalu lintas dapat diperkirakan dengan perumusan:

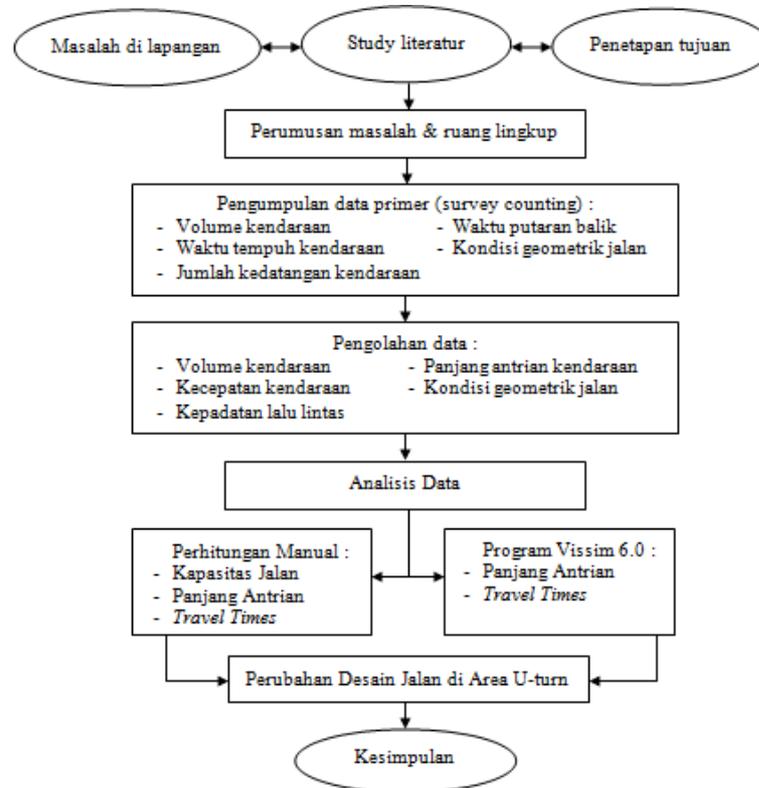
$$\bar{Q} = \frac{\rho^2}{(1-\rho)} \quad (2)$$

Dimana:

- $\bar{Q}$  = panjang antrian rata-rata (dalam satuan kendaraan)  
 $\rho$  = nilai perbandingan antara waktu kedatangan kendaraan ( $\lambda$ ) dengan waktu pemberhentian kendaraan di lajur lalu-lintas yang dilalui ( $\mu$ )

## METODOLOGI PENELITIAN

Alur kegiatan dibuat secara terstruktur dan sistematis agar waktu penelitian lebih efektif dan tidak terjadi pekerjaan yang berulang-ulang. Alur kegiatan dalam penelitian ini disajikan pada gambar 1 tentang diagram alir penelitian:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### Survey Counting

Penelitian dilakukan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang pada hari rabu tanggal 08 Mei 2013. Penelitian ini menggunakan waktu interval pengamatan lapangan ditetapkan setiap 1 menit dan dilakukan selama 6 jam yaitu pada jam 07.00-09.00 (waktu berangkat kerja/sekolah), 12.00-14.00 (waktu istirahat siang), 16.00-18.00 (waktu pulang kerja/sekolah). Pengambilan data menggunakan 3 buah kamera yang merekam data lalu lintas dua jalur (arah) jalan yaitu dari simpang Polda dan simpang Bandara SMB II. Pengambilan data dilakukan pada 3 lokasi yaitu 1 pada lokasi normal sebelum U-turn, 1 lokasi di area U-turn dan 1 lokasi setelah area U-turn. Data-data yang perlu diamati di lapangan adalah volume kendaraan, waktu tempuh kendaraan, waktu putaran balik, jumlah kedatangan kendaraan dan geometri jalan.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Survey

Berikut ini data hasil survey pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 1** Rekapitulasi data rata-rata per-jam hasil survey counting dari arah simpang Polda ke simpang Bandara SMB II

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Total Volume Kend. (smp/jam)	Waktu Tempuh Rata-rata Jarak 25m (detik)	Kecepatan Kend. Rata-rata (km/jam)	Kepadatan Kend. Rata-rata (smp/km)	Jumlah Kedatangan Kend. Rata-rata (kend/mnt)	Waktu Putaran Balik Rata-rata (dtik/kend)
1	Pengamatan Kamera 1 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3805	3,68	27,11	156,71	-	-
		08.00 - 09.00	2957	3,08	31,21	103,60	-	-
		12.00 - 13.00	2764	3,92	26,60	119,66	-	-
		13.00 - 14.00	2813	4,98	20,46	155,45	-	-
		16.00 - 17.00	3125	5,65	18,29	193,51	-	-
		17.00 - 18.00	2643	6,22	16,59	182,49	-	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	2649	3,35	29,09	99,55	2,98	14,81
		08.00 - 09.00	2248	2,88	33,60	70,72	3,20	11,84
		12.00 - 13.00	2611	3,77	27,19	108,88	3,32	15,87
		13.00 - 14.00	2761	4,23	23,43	130,59	2,58	18,55
		16.00 - 17.00	2558	3,53	26,96	100,43	3,20	16,61
		17.00 - 18.00	2524	4,34	22,29	123,12	3,18	16,74
3	Pengamatan Kamera 3 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	3194	2,63	35,00	93,95	-	-
		08.00 - 09.00	2470	2,34	39,02	64,38	-	-
		12.00 - 13.00	2421	2,61	35,79	70,73	-	-
		13.00 - 14.00	2646	2,74	33,69	80,67	-	-
		16.00 - 17.00	3044	2,83	32,57	95,85	-	-
		17.00 - 18.00	3027	2,94	31,53	97,92	-	-

**Tabel 2** Rekapitulasi data rata-rata per-jam hasil survey counting dari arah simpang Bandara SMB II ke simpang Polda

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Total Volume Kend. (smp/jam)	Waktu Tempuh Rata-rata jarak 25 m (detik)	Kecepatan Kend. Rata-rata (km/jam)	Kepadatan Kend. Rata-rata (smp/km)	Jumlah Kedatangan Kend. Rata-rata (kend/mnt)	Waktu Putaran Balik Rata-rata (dtik/kend)
1	Pengamatan Kamera 1 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	4150	2,81	32,74	129,97	-	-
		08.00 - 09.00	3240	2,66	34,94	96,67	-	-
		12.00 - 13.00	2920	2,84	32,45	92,56	-	-
		13.00 - 14.00	3355	4,25	26,55	155,60	-	-
		16.00 - 17.00	3612	3,03	30,47	121,23	-	-
		17.00 - 18.00	3592	2,92	31,64	116,79	-	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	3444	5,11	21,81	198,35	0,72	8,52
		08.00 - 09.00	2616	4,91	24,45	144,30	1,08	8,31
		12.00 - 13.00	2845	4,70	22,96	148,88	1,15	10,62
		13.00 - 14.00	3182	7,45	12,90	263,33	1,17	8,98
		16.00 - 17.00	3042	5,92	17,94	197,81	1,32	10,35
		17.00 - 18.00	2900	6,63	17,44	211,96	1,07	11,04
3	Pengamatan Kamera 3 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3625	2,66	36,16	108,77	-	-
		08.00 - 09.00	2816	2,53	37,67	79,92	-	-
		12.00 - 13.00	2569	3,12	31,30	90,47	-	-
		13.00 - 14.00	2874	3,67	28,53	118,28	-	-
		16.00 - 17.00	3054	3,08	31,72	105,12	-	-
		17.00 - 18.00	3148	4,04	28,87	145,16	-	-

### Kapasitas Jalan

Berikut ini hasil analisis perbandingan antara arus yang masuk (*Demand*) dengan kapasitas jalan (*Supply*) di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 3** Perbandingan Antara Arus yang Masuk (*Demand*) dengan Kapasitas Jalan (*Supply*) Arah Simpang Polda ke Simpang Bandara SMB II

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Volume Kend. ( <i>Demand</i> ) (smp/jam)	Kapasitas Jalan ( <i>Supply</i> ) (smp/jam)	Jumlah Lajur Kend. (buah)	Keterangan
1	Pengamatan Kamera 1 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3805	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2957	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2764	2762	2	> Kapasitas
		13.00 - 14.00	2813	2762	2	> Kapasitas
		16.00 - 17.00	3125	2762	2	> Kapasitas
		17.00 - 18.00	2643	2762	2	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	2649	2762	2	-
		08.00 - 09.00	2248	2762	2	-
		12.00 - 13.00	2611	2762	2	-
		13.00 - 14.00	2761	2762	2	-
		16.00 - 17.00	2558	2762	2	-
		17.00 - 18.00	2524	2762	2	-
3	Pengamatan Kamera 3 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	3194	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2470	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2421	4226	3	-
		13.00 - 14.00	2646	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3044	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3027	4226	3	-

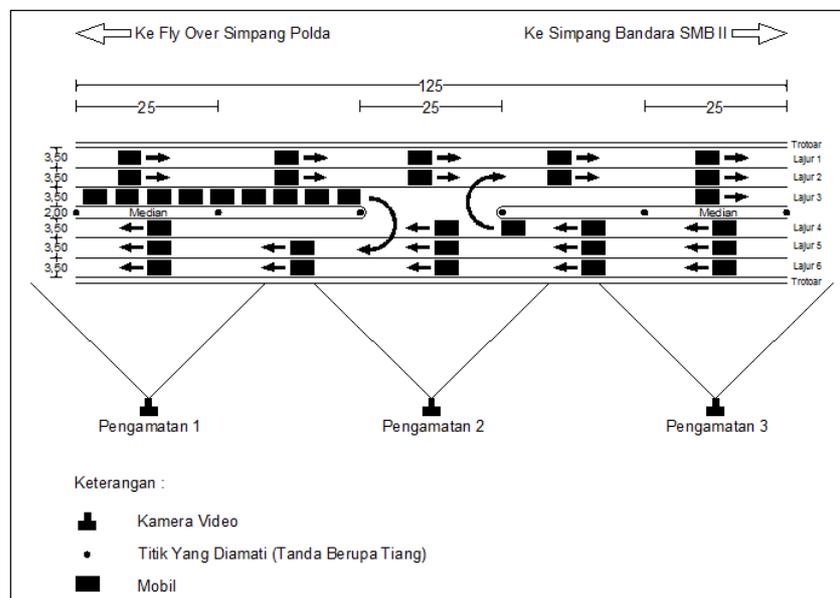
**Tabel 4** Perbandingan Antara Arus yang Masuk (*Demand*) dengan Kapasitas Jalan (*Supply*) Arah Simpang Bandara SMB II ke Simpang Polda

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Volume Kenda. ( <i>Demand</i> ) (smp/jam)	Kapasitas Jalan ( <i>Supply</i> ) (smp/jam)	Jumlah Lajur Kend. (buah)	Keterangan
1	Pengamatan Kamera 1 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	4150	4226	3	-
		08.00 - 09.00	3240	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2920	4226	3	-
		13.00 - 14.00	3355	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3612	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3592	4226	3	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	3444	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2616	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2845	4226	3	-
		13.00 - 14.00	3182	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3042	4226	3	-
		17.00 - 18.00	2900	4226	3	-
3	Pengamatan Kamera 3 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3625	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2816	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2569	4226	3	-
		13.00 - 14.00	2874	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3054	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3148	4226	3	-

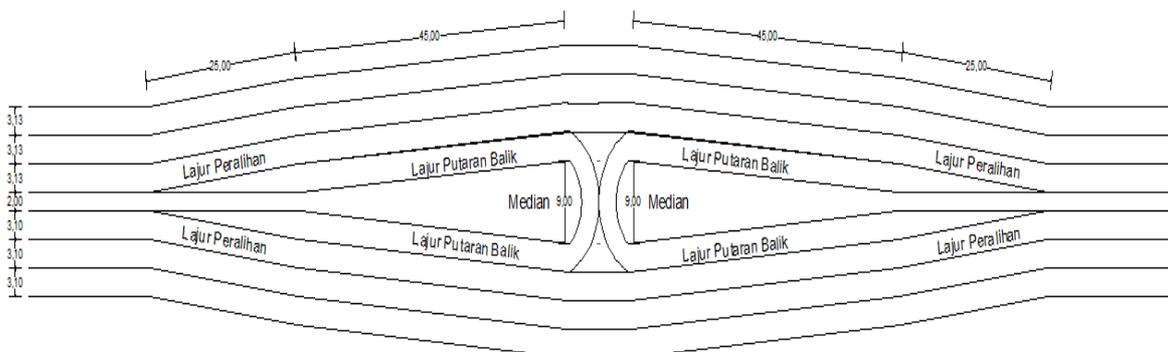
### Rencana Perubahan Desain Jalan Di Area U-Turn

Rencana perubahan desain jalan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang yaitu dengan penambahan satu lajur khusus (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) untuk kendaraan

yang akan melakukan putaran balik sehingga tidak mengganggu arus lalu lintas searah. Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan antara lajur khusus untuk kendaraan melakukan putaran balik dengan lajur kendaraan yang berjalan lurus, hal ini dimaksudkan agar kendaraan tidak memotong lajur antrian (disiplin antrian) yang berakibat menimbulkan konflik pada kendaraan yang antri untuk melakukan putaran balik. Menurut AASHTO 2001, lebar minimum median jalan pada area U-turn untuk kendaraan penumpang yaitu 9 m, maka untuk perencanaan desain baru median jalan di area U-turn perlu adanya pelebaran yaitu sebesar 7 m (dari kondisi existing lebar 2 m menjadi 9 m) sehingga kendaraan yang melakukan putaran balik tidak mengganggu kendaraan pada arah yang berlawanan. Dari data-data untuk desain jalan baru tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perlu adanya pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m).



**Gambar 2** Kondisi existing geometrik jalan dan pergerakan kendaraan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9



**Gambar 3** Rencana perubahan desain jalan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9

### Analisis Regresi

Berikut ini hasil analisis regresi hubungan antara panjang antrian kendaraan (Y) dengan jumlah kedatangan Kendaraan ( $X_1$ ) dan waktu putaran balik ( $X_2$ ) di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang menggunakan program SPSS versi 22:

**Tabel 5** Hasil Analisis Regresi Hubungan Antara Panjang Antrian (Y) dengan Jumlah Kedatangan ( $X_1$ ) dan Waktu Putaran Balik ( $X_2$ )

No	Panjang Antrian	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	F
1	Kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari simpang Polda	-43,548	9,407	1,208	0,981	78,286
2	Kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari simpang Bandara SMB II	-0,108	0,071	0,007	0,966	42,687

### Rekapitulasi Hasil Analisis Panjang Antrian Kendaraan Dan Waktu Tempuh Kendaraan

Berikut ini rekapitulasi hasil analisis panjang antrian kendaraan dan waktu tempuh kendaraan pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 6** Rekapitulasi hasil analisis panjang antrian dan waktu tempuh pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru

No	Area U-turn	Waktu	Arah dari simpang Polda ke simpang Bandara		Arah dari simpang Bandara ke simpang Polda	
			Panjang Antrian Rata-rata (m)	Waktu Tempuh Kendaraan ( <i>Travel Times</i> ) (detik)	Panjang Antrian Rata-rata (m)	Waktu Tempuh Kendaraan ( <i>Travel Times</i> ) (detik)
1	Kondisi Existing Area U-turn (Perhitungan Manual)	07.00 - 08.00	12,92	3,35	0,06	5,11
		08.00 - 09.00	06,80	2,88	0,19	4,91
		12.00 - 13.00	39,88	3,77	0,32	4,70
		13.00 - 14.00	19,78	4,23	0,25	7,45
		16.00 - 17.00	43,34	3,53	0,44	5,92
2	Kondisi Existing Area U-turn (Program VISSIM 6.0)	07.00 - 08.00	14,94	2,72	0,03	4,18
		08.00 - 09.00	06,97	2,81	0,06	3,91
		12.00 - 13.00	36,14	3,32	0,09	4,08
		13.00 - 14.00	20,36	3,40	0,07	6,60
		16.00 - 17.00	42,75	3,48	0,16	5,23
3	Rencana Perubahan Desain U-turn (Program VISSIM 6.0)	07.00 - 08.00	0,00	2,22	0,00	2,47
		08.00 - 09.00	0,00	2,19	0,00	2,22
		12.00 - 13.00	0,00	2,20	0,00	2,21
		13.00 - 14.00	0,00	2,22	0,00	2,26
		16.00 - 17.00	0,00	2,22	0,00	2,30
		17.00 - 18.00	0,00	2,22	0,00	2,28

Dari Tabel 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi pengurangan panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang setelah terjadinya perubahan desain jalan, dimana nilai maksimum panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) pada kondisi desain jalan baru yaitu 0,00 m dan 2,47 detik lebih kecil dibandingkan dengan nilai maksimum panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) pada kondisi jalan existing yaitu 45,89 m dan 7,45 detik. Dari hasil kesimpulan tersebut maka rencana desain jalan baru di area U-turn bisa dijadikan masukan bagi perencanaan dan pengoperasian lalu lintas sehingga dapat mengurangi tundaan waktu yang terjadi di area U-turn.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis kapasitas jalan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang pada arah arus lalu lintas dari simpang Polda ke simpang Bandara SMB II di jam 12.00 – 13.00, jam 13.00 – 14.00 dan 16.00 – 17.00 diketahui bahwa satu lajur jalan digunakan oleh kendaraan yang antri sebelum melakukan putaran balik (kapasitas jalan berkurang dari 3 lajur menjadi 2 lajur) sehingga volume kendaraan yang masuk sebesar 2764 smp/jam, 2813 smp/jam dan 3125 smp/jam melebihi kapasitas jalan yaitu 2762 smp/jam (2 lajur).
2. Dari hasil analisis panjang antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari arah simpang Polda pada jam 17.00 – 18.00 didapatkan panjang antrian maksimum yaitu 45,89 m sedangkan dari arah simpang Bandara SMB II pada jam 16.00 – 17.00 didapatkan panjang antrian maksimum yaitu 0,44 m sehingga untuk perencanaan desain lajur tunggu kendaraan yang akan melakukan putaran balik di area U-turn yaitu sepanjang 45 m.
3. Dari hasil analisis regresi hubungan panjang antrian (Y) dalam satuan kendaraan dengan jumlah kedatangan kendaraan ( $X_1$ ) dalam satuan kendaraan/menit dan waktu putaran balik ( $X_2$ ) dalam satuan detik/kendaraan, didapatkan persamaan regresinya yaitu :
  - $Y = -0,108 + 0,071 X_1 + 0,007 X_2$  ( $X_1$  dan  $X_2 \neq 0$ ) dengan koefisien korelasi 0,966 untuk putaran balik dari simpang Bandara SMB II.
  - $Y = -43,548 + 9,407 X_1 + 1,208 X_2$  ( $X_1$  dan  $X_2 \neq 0$ ) dengan koefisien korelasi 0,981 untuk putaran balik dari simpang Polda.
4. Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang diperlukan adanya penambahan lajur khusus (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) dan pelebaran median jalan yaitu 7 m (dari kondisi existing 2 m menjadi 9 m). Secara keseluruhan perencanaan pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m). Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan untuk disiplin antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik.
5. Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang diketahui bahwa terjadi pengurangan panjang antrian maksimum yaitu dari 45,89 m (kondisi existing) menjadi 0,00 m (desain jalan baru), selain itu juga terjadi pengurangan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) maksimum yaitu dari 7,45 detik (kondisi existing) menjadi 2,47 detik (desain jalan baru).

## Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa hal yang dapat disarankan yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih mendekati keadaan yang sebenarnya di lapangan maka perlu adanya penambahan variabel yang dapat mempengaruhi pergerakan kendaraan yaitu perilaku berkendara (*driving behaviour*).
2. Untuk penelitian selanjutnya tentang desain jalan baru di area U-turn maka perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai panjang ideal lajur peralihan jalan akibat penambahan lajur jalan untuk kendaraan yang melakukan putaran balik sehingga tidak menimbulkan konflik area di area peralihan jalan yang bisa menyebabkan terjadinya tundaan kendaraan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan, Ali. 2003. Pengaruh Manuver Kendaraan Berbalik Arah Terhadap Arus Lalu Lintas (Studi Kasus Jl. Walisongo Km.9 Semarang). Semarang. UNDIP.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2005. Perencanaan Putaran Balik (U-turn) No : 06/BM/2005. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Pembinaan Jalan. 1990. Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Furqon, Zianul. 2012. Simulasi Aliran Lalu Lintas Pada Segmen Penyempitan Geometrik (Bottleneck) Dengan Menggunakan Vissim 5.40. Banda Aceh. Jurnal Transportasi dan Simulasi Vissim 5.40.
- Gerrity, Thomas J. and Charles E. Taylor. 2007. Roundbout Analysis in Vissim. Texas. Texas Department of Transportation.
- Kusnandar, Erwin. 2005. Dimensi Kendaraan Rencana yang Operasional. Bandung. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Pirdavani, Ali. 2009. Travel Time Evaluation of an Innovative U-Turn Facility on Urban Arterial Roadways. Belgium. World Academy of Science, Engineering and Technology.
- PTV Planung Transport Verkehr AG. 2010. Vissim User Manual Version 5.30. Germany. PTV Planung Transport Verkehr AG. Karlsruhe.
- Rauf, Syafruddin, Mubassirang Pasrah. 2009. Tinjauan Tundaan akibat Kendaraan yang melakukan U-Turn. Surabaya. Prosiding Simposium XII FSTPT.
- Santoso, Singgih. 2000. Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik. Jakarta. PT. Elex Media Komputindo.
- Sihotang, Fransiscus Mintar Ferry. 2006. Hubungan antara Panjang Antrian Kendaraan dengan Aktifitas Samping Jalan. Tangerang. Jurnal Teknik Sipil, Volume 3, No. 1.
- Supranto, J. 2009. Statistika Teori dan Aplikasi, Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- Sweroad, PT. Bina Karya. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Tamin, Ofyar Z. 2008. Perencanaan, Pemodelan & Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal dan Aplikasi. Bandung. ITB.
- Trihendradi, C. 2013. Step by Step IBM SPSS 21 : Analisis Data Statistik. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

## ANALISIS ARUS JENUH DAN PANJANG ANTRIAN SIMPANG BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN ANGKATAN 66 KOTA PALEMBANG

**Rhapyalyani**  
Lecturer  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM.  
32  
Inderalaya, Sumatera Selatan,  
30662  
Telp: (0711) 580129  
[rhapy.alyani@gmail.com](mailto:rhapy.alyani@gmail.com)

**Baru Monang Sitanggung**  
Student  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM. 32  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580129  
[Monang\\_unsri76@yahoo.com](mailto:Monang_unsri76@yahoo.com)

**Joni Arliansyah**  
Lecturer  
Department of Civil  
Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 32  
Inderalaya, Sumatera Selatan,  
30662  
Telp: (0711) 580129  
[joniarliansyah@yahoo.com](mailto:joniarliansyah@yahoo.com)

### Abstract

The increasing population of the city of Palembang per year reaching 1.95 % thus making the high value of saturation flow , queue length , and delay at intersection is a factor causing traffic jam and needed to solve. This study discussed about saturated flow analysis and long queue at intersections for existing and next 5 years. The analysis results showed Angkatan 66 intersection having level of service in the range F. Scenarios are making for increase the level of service in the intersection, first scenario; resetting traffic light time in intersection, second scenario; change the width of roads geometric, third scenario; fly over planning. From the scenarios, showed that the third one gave the best solution to reduce saturation flow, queue length and delay in Angkatan 66 intersection.

**Keywords:** *Delay, Queuing, Saturation Flow, Signal, Intersection.*

### Abstrak

Tingginya nilai arus jenuh, panjang antrian, dan tundaan pada simpang merupakan faktor penyebab kemacetan lalu lintas. Meningkatnya jumlah penduduk kota Palembang per tahun mencapai 1,95% sehingga membuat transportasi semakin meningkat sehingga simpang khususnya simpang angkatan 66 sulit menampung tingginya lalu lintas yang terjadi. Sehingga perlu dilakukan alternatif pola pengaturan lampu lalu lintas. Dalam penelitian ini dibahas tentang analisis arus jenuh dan panjang antrian pada simpang untuk kondisi eksisting maupun untuk peramalan lalu lintas untuk kondisi 5 tahun yang akan datang. Dari hasil analisa didapatkan menyatakan bahwa lengan simpang jl. Sukamto arah ke jl. Basuki rahmat dan juga jl. Amphibi arah ke jl. Angkatan 66 memiliki arus jenuh dan panjang antrian yang tinggi, sehingga diperlukan alternatif pola pengaturan lalu lintas. Alternatif pola pengaturan lalu lintas yang dipilih adalah, pengaturan ulang siklus waktu lampu lalu lintas, melakukan perubahan geometrik pada lengan simpang, dan juga perencanaan *fly over*. Dari ketiga alternatif yang didapat, perencanaan pembangunan *fly over* dengan mengubah fase lampu lalu lintas simpang menjadi 3 fase dapat mengurangi panjang antrian yang sangat signifikan pada lengan simpang yang bermasalah.

**Kata Kunci:** *Tundaan, Panjang Antrian, Arus Jenuh, Persimpangan, Sinyal.*

## PENDAHULUAN

Sebagai Ibukota provinsi Sumatera Selatan, Kota Palembang merupakan pusat aktivitas sosial, ekonomi dan pemerintahan provinsi tersebut. Tingginya aktivitas mengakibatkan perubahan pada pergerakan arus lalu lintas. Hal ini juga menyebabkan tingginya nilai arus jenuh dan panjang antrian pada simpang mengakibatkan tingginya nilai tundaan dan juga terjadinya kemacetan pada lengan simpang. Oleh karena itulah perlu menganalisa faktor-

faktor yang menyebabkan tingginya arus jenuh dan panjang antrian pada Simpang Angkatan 66 ini.

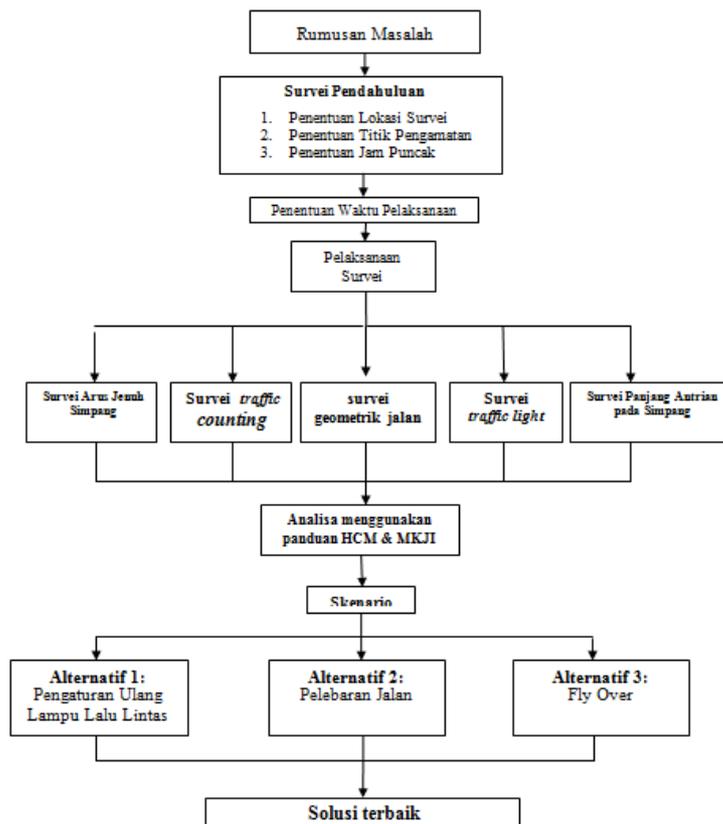
## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada salah satu simpang di kawasan kota Palembang. Simpang tersebut adalah simpang angkatan 66 yang merupakan salah satu simpang sibuk di Kota Palembang. Tahapan urutan penelitian yang dilakukan secara ringkas dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.

### Data LaluLintas di Simpang Angkatan 66

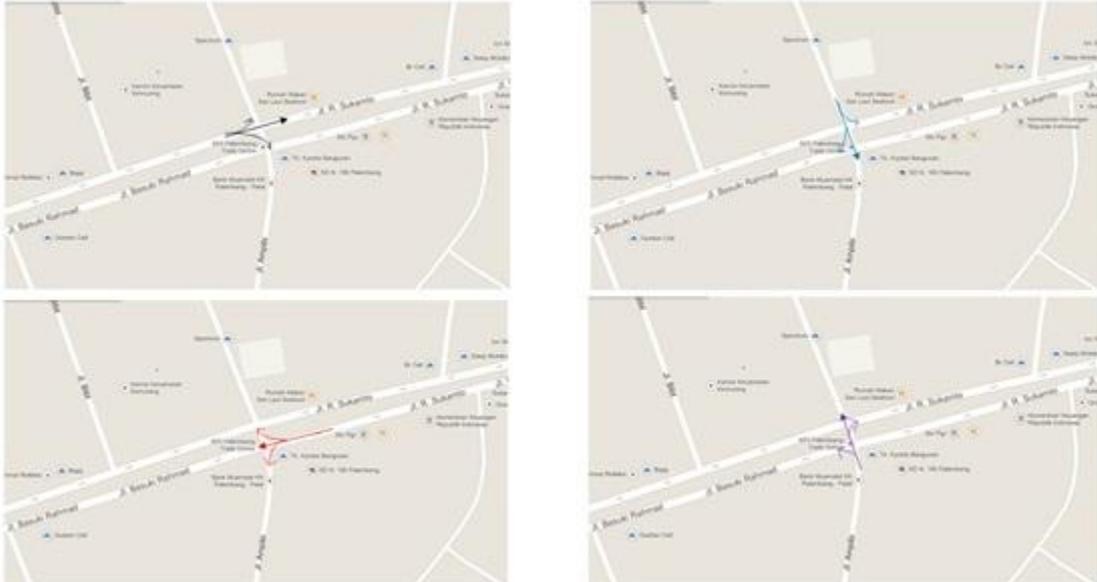
Data arus lalu lintas yang diamati diklasifikasikan disesuaikan dengan kebutuhan alat bantu analisis yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997). Klasifikasi yang dimaksud menurut MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan: sedan, station wagon, jeep, combi, pickup, utility
2. Kendaraan Berat: minibus, micro bus, bus besar, truk, semi trailer, trailer
3. Kendaraan bermotor
4. Kendaraan tidak bermotor



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 2 dibawah ini menunjukkan fase pergerakan pada simpang angkatan 66, terdapat empat fase pergerakan lampu lalu lintas pada simpang tersebut.



**Gambar 2 .** Arah Pergerakan Fase Pada Simpang Angkatan 66

Dari data-data pengamatan lalu lintas di simpang tersebut kemudian ditetapkan volume jam puncak (VJP) sebagai input untuk analisis persimpangan (menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Februari 1997) sebagai mana tercantum dalam tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Volume Jam Puncak

Lokasi		Volume Jam Puncak (SMP/jam)
Jl. BasukiRahmat	Siang	1846
	Sore	4793,5
Jl. Sekip	Siang	1988,5
	Sore	2162
Jl. Angkatan 66	Siang	1250
	Sore	1725
Jl. Soekamto	Siang	1996
	Sore	2787,5

### Data LampuLaluLintas di Persimpangan

Data pengaturan waktu lampu lalu lintas yang diamati meliputi data waktu siklus (*cycle time*), waktu merah, waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah kuning (*red-amber*), seperti terlihat pada Tabel 2 dan Gambar3.

Dari data diatas kemudian diolah kedalam perhitungan program KAJI. Hasil perhitungan dengan menggunakan program KAJI maka didapat nilai arus jenuh, panjang antrian, dan tundaan simpang sebagai berikut.

**Tabel 2.** Data LampuLaluLintasSimpangAngkatan 66

KAKI PENDEKAT	LEBAR PENDEKAT (METER)	CYCLE TIME (DALAM DETIK)	ALL RED (DETIK)	KETERANGAN
Basuki Rahmat	11	30	4	Flashing pukul 23.00 – 06.00
Angkatan 66	5	17	4	
Sukamto	8	35	4	
Amphibi / Sekip	7	15	3	

Sumber : Dinas Perhubungan Kota Palembang 2014

fase 1	35	4	73			
fase 2	39		15	3	55	
fase 3	57			30	4	21
fase 4	91				17	4

**Gambar3.** WaktuFaseLampuLaluLintasSimpangAngkatan 66.

Dari tabel3 dapat dilihat bahwa semua pendekat pada Simpang Angkatan 66 sudah menunjukkan kejenuhan, panjang antrian pada pendekat Jalan sukamto sebesar 650 meter dan tundaan rata-rata 5 menit/smp. Sangat jelas bahwa Simpang Angkatan 66 telah tidak dapat melayani arus lalu lintas dengan baik dan memerlukan pengaturan lalulintas. Bentuk penanganan yang dapat dilakukan untuk mengurangi nilai tundaan dan juga panjang antrian yang terjadi di persimpangan angkatan 66, memberikan beberapa alternative penanganan/perencanaan pada masing-masing lengan simpang berupa pelebaran jalan pada lengan simpang, penambahan waktu hijau pada setiap fase lampu hijau di persimpangan.

### Data Kinerja Simpang Angkatan 66

Berdasarkan survey lalu lintas yang dilakukan, didapat data arus lalu lintas berupa tundaan rata-rata sebesar 309 detik/SMP dengan *level of service* F. Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja simpang sebagaimana tercantum dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 3.** Rekapitulasikinerjasimpang

Nama Pendekat		Arus Lalu Lintas SMP/Jam Q	Kapasitas SMP/Jam C	DS= Q/C	Panjang Antrian (m) QL	Tundaan Rata Rata (detik/SMP)	Level Of Service
<b>PERSIMPANGAN ANGKATAN 66</b>							
1	Jl. Basuki Rahmat	812	1333	0,61	28	309 (5')	F
2	Jl. Sukamto	1634	1341	1,22	260		
3	Jl. Angkatan 66	267	274	0,97	19		
4	Jl. Amphibi/sekip	724	606	1,195	108		

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Pemilihan Alternatif Dalam Analisis Eksisting Simpang Angkatan 66

#### Alternatif 1. Pengaturan ulang lampu lalu lintas

Pengaturan ulang lampu lalu lintas di simpang angkatan 66 ini tetap dengan 4 fase namun terjadi penambahan waktu hijau pada lengan simpang yang mengalami tundaan dan nilai panjang antrian yang sangat besar dibandingkan dengan nilai kapasitas yang dapat di tampung pada lengan simpang tersebut. Berikut ini dalam tabel 4 dan tabel 5 merupakan standar waktu siklus yang layak digunakan menurut MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia). Berdasarkan hasil perhitungan maka didapat kinerja simpang dengan melakukan perubahan pengaturan ulang lampu lalu lintas sebagaimana yang dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 4.** Waktu Siklus Yang Layak Pada Simpang

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
2-Fase	40-80
3-Fase	50-100
4-Fase	80-130

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

**Tabel 5.** Siklus Waktu Rencana

Arah pendekat	waktu awal (det)	waktu rencana (det)	inter green (det)
Bsk.r	30	25	15
Skmt	35	45	
Akt 66	17	17	
Sekip	15	20	

**Tabel 6.** Rekapitulasi Kinerja Simpang Menggunakan Alternatif 1

Nama Pendekat	Arus Jenuh		Panjang Antrian		Tundaan Rata-rata		LOS
	Awal	Rencana	Awal	Rencana	Awal	Rencana	
Jl. Basuki Rahmat	0.61	0.85	28	38	309	102	F
Jl. Sukanto	1,22	1.03	260	118			
Jl. Angkatan 66	0.97	1.06	19	28			
Jl. Amphibi/sekip	1.195	0.837	108	28			

#### Alternatif 2. Pelebaran Jalan

**Tabel 7.** Geometrik Awal Simpang

Kode Pendekat	lebar pendekat			
	pendekat WA	Masuk Wmasuk	belok kiri langsung WLTOR	Keluar WKELUAR
Bsk.r	11	9		8
Skmt	8	8		8
Akt 66	5	3	2	5
Sekip	7	7		5

Dari data yang didapatkan melalui survei volume kendaraan kemudian diolah kedalam program KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia), data output arus lalu lintas yang didapat di beberapa arah pendekat memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas dari jalan tersebut, sehingga menyebabkan nilai derajat kejenuhannya (DS) >1 pada jam puncak sore pukul 17:00 - 18:00.

Setelah melakukan rencana untuk pelebaran pada jalan sukamto dan juga pada jalan angkatan 66, mengurangi hambatan samping yang terjadi di jalan sukamto dan jalan amphibi/sekip yang dikarenakan adanya jalan yang rusak, parkir kendaraan yang sembarangan pada pertokoan yang berada di bahu jalan, serta menambahkan pulau simpang pada jalan sukamto yang mengarah ke jalan amphibi/sekip agar dapat belok kiri langsung seperti yang tercantum dalam tabel 8, maka didapatkan perubahan kapasitas jalan dan derajat kejenuhan yang berpengaruh terhadap panjang antrian yang akan terjadi. Dalam tabel 9 berikut ini adalah nilai kapasitas jalan dan panjang antrian yang didapat setelah melakukan rencana perubahan geometrik simpang untuk tahun 2014.

**Tabel 8.** Geometrik Rencana Simpang

Kode Pendekat	lebar pendekat			
	pendekat WA	Masuk Wmasuk	belok kiri langsung WLTOR	Keluar WKELUAR
Bsk.r	11	9		8
Skmt	10	8	2	8
Akt 66	7	5	2	5
Sekip	7	7		7

**Tabel 9.** Rekapitulasi kinerja simpang menggunakan alternatif 2

Nama Pendekat	Arus Jenuh		Panjang Antrian		Tundaan Rata-rata		LOS
	Awal	Rencana	Awal	Rencana	Awal	Rencana	
Jl. Basuki Rahmat	0.61	0.61	28	28	309	112	F
Jl. Sukamto	1.22	0.88	260	50			
Jl. Angkatan 66	0.97	0.58	19	10			
Jl. Amphibi/sekip	1.195	1.183	108	104			

### Pemilihan Alternatif Dalam Analisis Simpang Pada Simpang Angkatan 66 Untuk Kondisi 5 Tahun Mendatang

Dari data pertumbuhan penduduk untuk 5 tahun mendatang menjelaskan ada 1,95% penambahan untuk setiap tahunnya maka diperlukan kembali menganalisa kembali kemampuan simpang untuk setiap alternative pola pengaturan lalulintas yang dilakukan pada eksisting tahun 2014, dikarenakan pertumbuhan penduduk berpengaruh terhadap pengguna simpang (meningkatnya pengguna kendaraan).

$$LHR_n = LHR_0 \times (1+i)^n \quad (1)$$

Dimana :

LHR<sub>n</sub> : Lalu Lintas Harian Rencana

LHR<sub>0</sub> : Lalu Lintas Harian Awal

I : Faktor Pertumbuhan (%)

Dengan penambahan penggunaan kendaraan maka perlu kembali lagi menganalisa setiap alternative untuk simpang angkatan 66.

Hasil perhitungan lalu lintas harian prediksi lima tahun mendatang dianalisa dengan menggunakan tiga rencana alternatif tersebut sehingga dapat diketahui apakah alternatif tersebut dapat digunakan untuk dimasa yang akan datang dan layak dilaksanakan.

#### Alternatif 1. Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas

Dengan menganalisa pertumbuhan kendaraan untuk keadaan 5 tahun yang akan datang serta dilakukan pengaturan ulang lampu lalu lintas, didapatkan nilai tundaan rata-rata sebesar 223 detik/SMP dan nilai LOS masih pada level F. Tabel 10 dibawah ini merupakan rekapitulasi data lalu lintas awal (*eksisting*) dengan keadaan 5 tahun yang akan datang dengan melakukan pengaturan ulang lalu lintas.

**Tabel 10.** Rekapitulasi Data Lalu Lintas 5 Tahun ke Depan Menggunakan Alternatif 1

Nama Pendekat	Arus Jenuh		Panjang Antrian		Tundaan Rata-rata		LOS
	Awal	Rencana	Awal	Rencana	Awal	Rencana	
Jl. Basuki Rahmat	0.61	0.88	28	41	460	223	F
Jl. Sukanto	1,22	1.13	260	225			
Jl. Angkatan 66	0.97	1.17	19	44			
Jl. Amphibi/sekip	1.195	1.074	108	73			

#### Alternatif 2. Pelebaran Jalan

Pada hasil analisa dengan pertumbuhan kendaraan untuk keadaan 5 tahun yang akan datang dengan melakukan pelebaran jalan, didapatkan nilai tundaan rata-rata yang lebih kecil dibandingkan alternatif pertama sebesar 160 detik/SMP dan nilai LOS masih pada level F. Tabel 11 dibawah ini merupakan rekapitulasi data lalu lintas awal (*eksisting*) dengan keadaan 5 tahun yang akan datang dengan melakukan pelebaran jalan.

**Tabel 11.** Rekapitulasi Data Lalu Lintas 5 Tahun ke Depan Menggunakan Alternatif 2

Nama Pendekat	Arus Jenuh		Panjang Antrian		Tundaan Rata-rata		LOS
	Awal	Rencana	Awal	Rencana	Awal	Rencana	
Jl. Basuki Rahmat	0.61	0.68	28	28	460	160	F
Jl. Sukamto	1,22	0.97	260	50			
Jl. Angkatan 66	0.97	0.64	19	10			
Jl. Amphibi/sekip	1.195	1.37	108	104			

### Alternatif 3. Perencanaan Fly over

Setelah alternatif pertama dan kedua dilakukan, kemudian dilakukan alternatif berikutnya yaitu menganalisa pertumbuhan kendaraan untuk keadaan 5 tahun yang akan datang serta dilakukan perencanaan pembangunan *fly over*, didapatkan nilai tundaan rata-rata yang cukup rendah dibanding kedua alternatif diatas sebesar 20,2 detik/SMP dan nilai LOS pada level C. Tabel 12 dibawah ini merupakan rekapitulasi data lalu lintas awal (*eksisting*) dengan keadaan 5 tahun yang akan datang dengan melakukan pembangunan *fly over* pada simpang Angkatan 66.

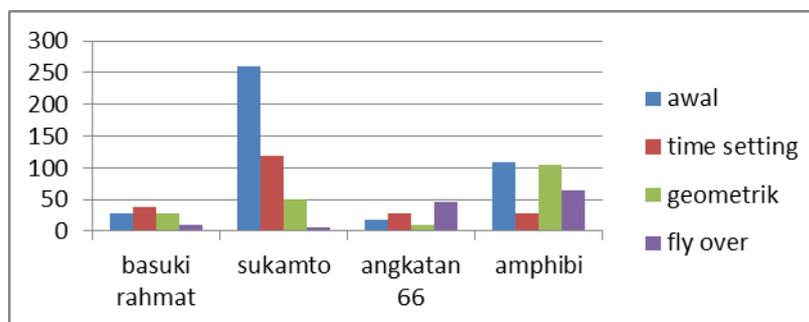
**Tabel 12.** Rekapitulasi Data Lalu Lintas 5 Tahun ke Depan Menggunakan Alternatif 3

Nama Pendekat	Arus Jenuh		Panjang Antrian		Tundaan Rata-rata		LOS
	Awal	Rencana	Awal	Rencana	Awal	Rencana	
Jl. Basuki Rahmat	0.61	0.25	28	13	460	20.2	C
Jl. Sukamto	1,22	0.15	260	5			
Jl. Angkatan 66	0.97	0.53	19	53			
Jl. Amphibi/sekip	1.195	0.599	108	72			

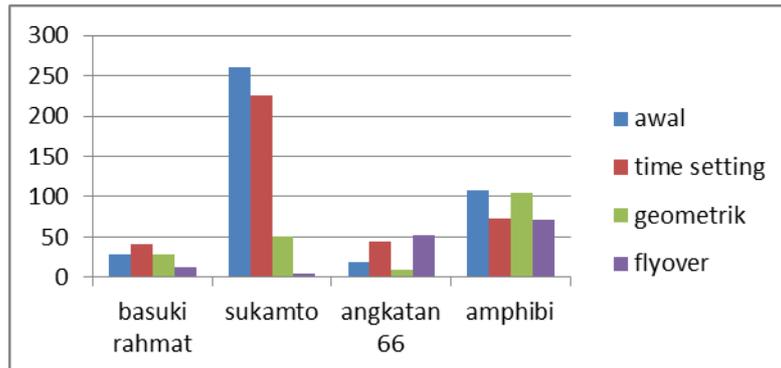
### Rekapitulasi Kinerja simpangangkatan dengan Menggunakan Alternatif Pengaturan Lalu Lintas

66

Perbandingan panjang antrian pada simpang angkatan 66 untuk saat ini dan lima tahun yang akan datang dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini.

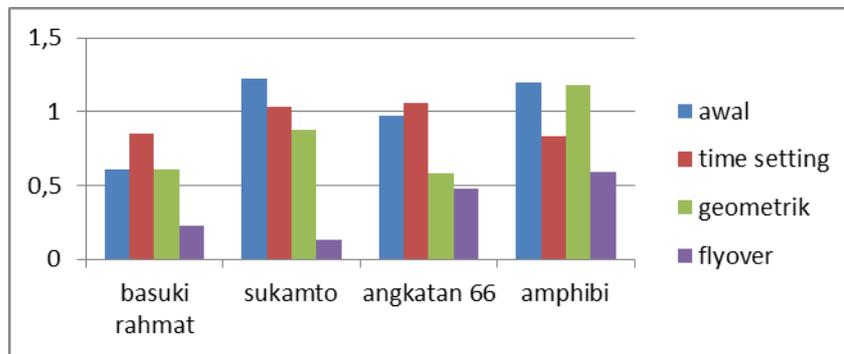


**Gambar 4.** Panjang antrian pada simpangangkatan 66

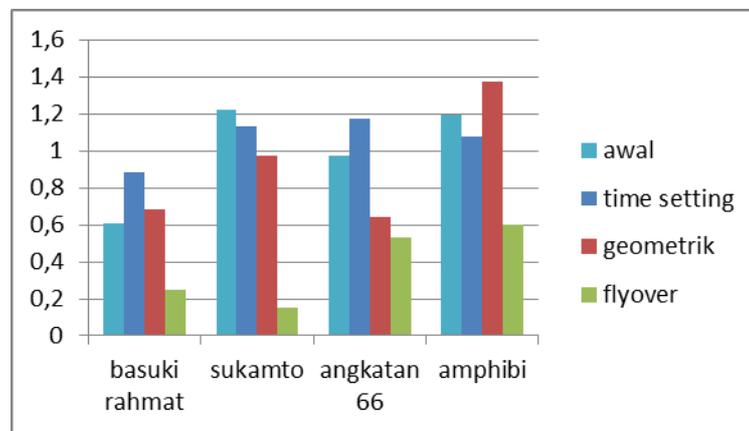


**Gambar 5.** Panjang antrian untuk 5 tahun mendatang

Sedangkan perbandingan arus jenuh pada simpang angkutan 66 saat ini dan lima tahun yang akan datang dijabarkan dalam gambar 6 dan gambar 7 berikut ini.

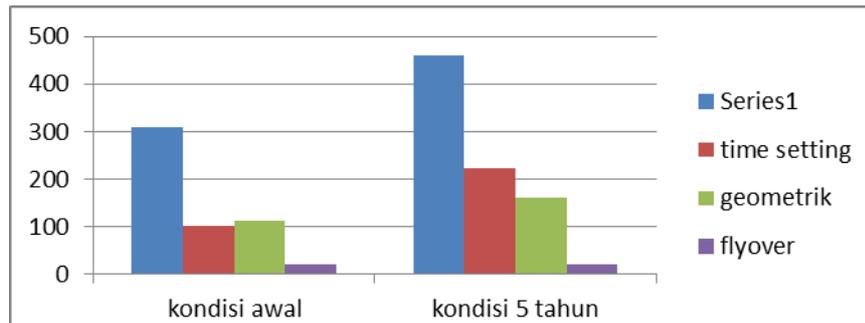


**Gambar 6.** Nilai arus jenuh pada simpang angkutan 66



**Gambar 7.** Nilai arus jenuh untuk 5 tahun mendatang

Perbandingan Tundaan rata-rata pada simpang angkutan 66 saat ini dan kondisi 5 tahun yang akan datang terdapat dalam gambar 8 sebagai berikut.



**Gambar8.** Nilai Tundaan Rata-rata pada simpangangkatan 66

## KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa data arus jenuh dan panjang antrian pada simpang bersinyal di persimpangan angkatan 66 dengan perhitungan program KAJI dan menggunakan simulasi VISSIM, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pada kondisi eksisting Simpang Angkatan 66 sudah tidak dapat lagi melayani lalu lintas dengan baik dimana tundaan yang terjadi disimpang sebesar 309 detik/smp, bahkan untuk 5 tahun kedepan menjadi 460 detik/smp sehingga diperlukan beberapa alternatif pola lalu lintas untuk mengatasi permasalahan yang ada pada simpang.
2. Pada simpang terjadi panjang antrian hingga 260 smp pada lengan simpang jl. Sukanto arah basuki rahmat dan 108 smp pada jl. Amphibi/sekip, untuk itu diperlukan alternatif pengaturan lalu lintas.
3. Ada 3 alternatif pengaturan lalu lintas :
  - a. Alternatif 1: pengaturan ulang siklus lalu lintas (*time setting*)
  - b. Alternatif 2 : perubahan geometrik simpang
  - c. Alternatif 3 : perencanaan fly over
4. Untuk ketiga alternatif didapat nilai tundaan untuk masa yang akan datang yaitu:
  - a. Alternatif 1 dapat mengurangi tundaan menjadi 223 detik/smp
  - b. Alternatif 2 dapat mengurangi tundaan menjadi 160 detik/smp
  - c. Alternatif 3 dapat mengurangi tundaan menjadi 20,2 detik/smp

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, SaktiAdji, 2011, *JaringanTransportasiTeoridanAnalisis*, GrahaIlmu, Yogyakarta
- DepartemenPekerjaanUmum (1997). *Manual KapasitasJalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: DepartemenPekerjaanUmum.
- Khisty, C.J danLall, B.K., B.K. 2005, *Dasar-Dasar RekayasaTransportasi Jilid 1*, Erlangga, Jakarta
- Khisty, C.J danLall, B.K., B.K. 2005, *Dasar-Dasar RekayasaTransportasi Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Tamin, Ofyar Z, 1997, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi jilid 2*, ITB, Bandung

- Utomo, Rizki  
Budi. *Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Piranti Lunak KAJ I (Kapasitas Jalan Indonesia) 1997*. Teknik Sipil FTSP UII Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rahayu, Gatri, 2009.  
*Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta.*

**PENGGUNAAN MEDIAN PADA  
PERLINTASAN SEBIDANG UNTUK  
MENGURANGI PELANGGARAN PINDAH LAJUR  
(STUDI KASUS DI PERLINTASAN JALAN  
A.R. HAKIM KOTA TEGAL)**

**Hanung Kurniawan**  
Taruna DIV  
Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan,  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan,  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
Tlpn: 085642307046  
[hanung.kurniawan91@gmail.com](mailto:hanung.kurniawan91@gmail.com)

**Eko Prasetyanto**  
Taruna DIV  
Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan,  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan,  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
[tyandanivan@yahoo.co.id](mailto:tyandanivan@yahoo.co.id)

**Rifki Nurhakim**  
Taruna DIV  
Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan,  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan,  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
[nurhakim\\_rifki@yahoo.com](mailto:nurhakim_rifki@yahoo.com)

**Abstract**

The number of accidents in railway crossings lately, is of particular concern for us to examine the phenomenon that caused the accident, then we do research at railway crossings in the city of Tegal. Survey Methods used in this study is the direct observation. while Average Daily Traffic data (ADT) is used Secondary data, from the 2013 survey PKTJ Midshipman. In this study using the method of analysis "Before and After" The results of the analysis of three experimental treatments (30, 60, and 90 meters) to decrease violations on level crossings, the result of the experiment that the ideal length of median which is used at railway crossings on both Jalan A.R Hakim and Jalan Sultan Agung is 60 meters because based on the result analysis, it is more effective to decrease the number lanes violation than the median which length is 30 meters and 90 meters.

**Keywords:** *traffic violation, railway crossings, and the median*

**Abstrak**

Banyaknya kecelakaan di perlintasan sebidang akhir-akhir ini, menjadi perhatian khusus bagi kami untuk meneliti fenomena yang menyebabkan terjadinya kecelakaan tersebut, maka kami melakukan penelitian di perlintasan sebidang yang berada di Kota Tegal. Metode survey yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung kelapangan, sedangkan data Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) yang digunakan adalah data sekunder tahun 2013 dari hasil survey Taruna PKTJ. Dalam penelitian ini menggunakan metode analisa "Before and After" Hasil analisa dari tiga kali perlakuan percobaan (30, 60, dan 90 meter) untuk menurunkan pelanggaran pada perlintasan sebidang, setelah dilakukan percobaan didapatkan panjang median yang ideal untuk digunakan pada perlintasan sebidang di Jalan A.R. Hakim dan Jalan Sultan Agung yaitu dengan panjang median 60 meter karena berdasarkan hasil analisis panjang median 60 meter lebih efektif menurunkan jumlah pelanggaran lajur daripada panjang median 30 meter dan 90 meter.

**Kata kunci :** *pelanggaran lalu lintas, perlintasan sebidang, dan median.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada dasarnya palang pintu sebagai alat untuk mengamankan perjalanan kereta api. Namun kenyataan yang ada palang pintu yang digunakan dinilai kurang efektif karena masih bisa dilewati atau diterobos oleh kendaraan lain saat palang pintu sedang atau sudah menutup.

Hal inilah yang dinilai menjadi faktor penyebab kecelakaan lalu lintas di perlintasan sebidang. Selain itu desain geometri jalan sebelum memasuki perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi dengan median dengan panjang dan rambu yang memadai memicu pelanggaran pindah lajur (lihat lampiran Gambar 5) dan konflik lalu lintas (lihat lampiran Gambar 6) yang terjadi pada perlintasan sebidang. Untuk itu perlu diadakan penelitian pada perlintasan sebidang agar diperoleh rekomendasi guna mengurangi jumlah pelanggaran pindah lajur pada perlintasan sebidang.

## STUDI PUSTAKA

### Perilaku Lalu-Lintas (Kualitas Lalu-Lintas)

Ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalu-lintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan. Pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian atau rasio kendaraan terhenti.

### Jalan

Menurut PP No. 34 Tahun 2006 tentang jalan, Jalan kolektor adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antar pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Dengan kriteria lebar 9 meter kecepatan paling rendah 40 km/jam untuk arteri primer dan 20 km/jam untuk arteri sekunder

### Jenis-Jenis Perlintasan/Perpotongan

Sesuai undang-undang No. 23 tahun 2007 tentang perkeretaapian pasal 91 menyebutkan bahwa :

1. Perpotongan antara jalur kereta api dan jalan dibuat tidak sebidang.
2. Pengecualian terhadap ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) hanya dapat dilakukan dengan tetap menjamin keselamatan dan kelancaran perjalanan kereta api dan lalu lintas jalan.

### Median

Silvia Sukirman (1999) mendefinisikan median adalah jalur yang terletak ditengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Dalam Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Perencanaan Median Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah tahun 2004. Lebar median bervariasi antara 1 - 12 meter.

Lebar median minimum dalam kondisi khusus misalnya pada jembatan atau trowong dapat diinstal dengan lebar 1 meter sesuai dengan Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan tahun 1992, apabila median dengan lebar sampai 5 meter sebaiknya ditinggikan dengan keribata untuk dilengkapi dengan pembatas agar tidak dilanggarkan kendaraan. Semakin lebar median semakin baik bagi lalu lintas tetapi semakin mahal biaya yang dibutuhkan dan membutuhkan daerah milik jalan yang semakin lebar. Untuk itu biaya yang tersedia dan lebar serta fungsi jalan sangat menentukan lebar median yang dipergunakan.

**Tabel 1** Lebar Minimum Median Tanpa Buka (tipeditinggikan)

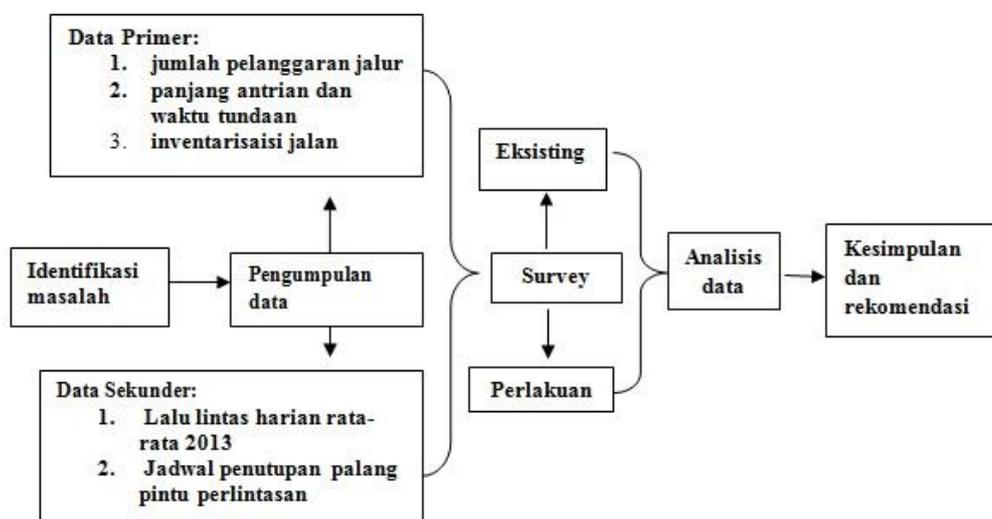
Fungsi Jalan	Lebar Minimum (M)		Keterangan
	Median	Jalur Tepian	
Arteri	2,00	0,25	Bisa dipasang perambuan dengan diameter rambu 90 cm
Kolektor/ lokal	1,70	0,25	Bisa dipasang perambuan dengan diameter rambu 60 cm

**Tabel 2** Lalulintas harian rata-rata Jalan A.R Hakim dan Sultan Agung Tahun 2013

Jam	06.00	07.00	12.00	13.00	16.00	17.00
Volume (smp)	1834	1746	1597	1235	1400	1535

## METODOLOGI

Dalam penelitian ini kami melakukan beberapa survey untuk mendapatkan data yang valid. Survey yang telah dilakukan yaitu survey inventarisasi jalan, survey panjang antrian dan waktu tundaan, kami juga mengumpulkan data tentang LHRT dan jadwal penutupan palang pintu. Survey dilaksanakan mulai tanggal 18 April 2014 sampai dengan tanggal 8 Mei 2014 pada jam 08.30 WIB sampai jam 11.32 WIB dengan pertimbangan volume lalu lintas dan jumlah penutupan palang pintu dapat mewakili volume lalu lintas dan penutupan palang pintu pada hari-hari normal. Ruang lingkup penelitian ini kami batasi pada jalan Kolektor di daerah datar dengan volume LHRT > 1000 smp/jam. Analisa yang kami lakukan yaitu analisis perbandingan “before and after” yaitu membandingkan kondisi eksisting dan ketigaperlakuan (penerapan panjang median 30 meter, panjang median 60 meter dan panjang median 90 meter).



**Gambar 1** Diagram Alur Penelitian

**Tabel 3** Data Kondisi Eksisting dan Kondisi Jalan A. R. Hakim Arah Utara

Tanggal	Perlakuan	Waktu Penutupan	Panjang Antrian	Jumlah Pelanggaran			
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tidak Bermotor
18/04/2014	Eksisting (14 meter)	08.30	86,7	25	0	1	0
		08.53	49	5	0	2	0
		10.35	50	13	1	0	0
		10.40	56	13	0	1	0
		11.30	126	50	0	0	2
		11.32	87	19	0	1	0
25/04/2014	30 meter	08.30	73	10	0	1	4
		08.53	50	11	0	0	0
	60 meter	10.35	46	7	0	0	0
		10.40	49	6	0	0	0
	90 meter	11.30	60	6	0	0	0
		11.32	95	8	0	0	0
1/05/2014	30 meter	08.30	76	15	0	1	4
		08.53	47	11	0	0	0
	60 meter	10.35	45	8	0	0	0
		10.40	52	7	0	0	0
	90 meter	11.30	67	8	0	0	0
		11.32	100	10	0	0	0
08/05/2014	30 meter	08.30	78	20	0	1	4
		08.53	53	17	0	0	0
	60 meter	10.35	46	7	0	0	0
		10.40	50	8	0	0	0
	90 meter	11.30	63	10	0	0	0
		11.32	94	11	0	0	0

**Tabel 4** Data Kondisi Eksisting dan Kondisi Perlakuan Jalan Sultan Agung Arah Selatan

Tanggal	Perlakuan	Waktu Penutupan	Panjang Antrian	Jumlah Pelanggaran			
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tidak Bermotor
18/04/2014	Eksisting (14 meter)	08.30	90	20	0	2	0
		08.53	30	7	0	0	0
		10.35	87,5	16	0	1	0
		10.40	50	15	0	0	0
		11.30	87	16	0	0	0
		11.32	50	8	0	0	0
25/04/2014	30 meter	08.30	50	22	0	1	0
		08.53	80	24	0	0	0

Tanggal	Perlakuan	Waktu Penutupan	Panjang Antrian	Jumlah Pelanggaran				
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tidak Bermotor	
	60 meter	10.35	70	3	0	0	0	
		10.40	64	9	0	0	0	
	90 meter	11.30	100	9	0	0	0	
		11.32	83	5	0	0	0	
	1/05/2014	30 meter	08.30	60	29	0	1	0
			08.53	75	33	0	0	0
60 meter		10.35	75	3	0	0	0	
		10.40	70	7	0	0	0	
90 meter		11.30	115	13	0	0	0	
		11.32	90	8	0	0	0	
08/05/2014	30 meter	08.30	63	33	0	1	0	
		08.53	84	36	0	0	0	
	60 meter	10.35	75	3	0	0	0	
		10.40	70	5	0	0	0	
	90 meter	11.30	90	12	0	0	0	
		11.32	73	9	0	0	0	

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proses analisa data yang telah dikumpulkan dilakukan dengan Uji Beda dengan bantuan *software* SPSS 16.0 untuk melakukan Uji Beda tersebut, yakni dengan cara membandingkan kondisi eksisting dengan perlakuan panjang median 30 meter, panjang 60 meter dan panjang 90 meter.

**Tabel 5** Data Analisis Hasil Uji Beda Kondisi Eksisting dengan Kondisi Perlakuan Simpang Utara (Jl. A. R. Hakim)

No.	Panjang Median	Hasil Uji Beda (Sig 2 Tailed)	Panjang Antrian Rata-Rata	Jumlah Pelanggaran Rata-Rata			
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tak Bermotor
1	eksisting		76	21	0	2	1
2	30 meter	0,07	61,5	28	0	1	4
3	60 meter	0,07	47,5	14	0	0	0
4	90 meter	0,07	77,5	18	0	0	0

**Tabel 6** Data Analisis Hasil Uji Beda Kondisi Eksisting Dengan Perlakuan Simpang Selatan (Jl. Sultan Agung)

No.	Panjang Median	Hasil Uji Beda (Sig 2 Tailed)	Panjang Antrian Rata-Rata	Jumlah Pelanggaran Rata-Rata			
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tak Bermotor
1	Eksisting		66,4	14	0	1	0

No.	Panjang Median	Hasil Uji Beda (Sig 2 Tailed)	Panjang Antrian Rata-Rata	Jumlah Pelanggaran Rata-Rata			
				Sepeda Motor	Mobil Pribadi	Angkot	Tak Bermotor
2	30 Meter	0,07	69	59	0	1	0
3	60 Meter	0,07	61	10	0	0	0
4	90 Meter	0,07	92	19	0	0	0

Dari tabel 5 dan tabel 6 menyatakan bahwa kondisi eksisting dan kondisi ketigaperlakuan (30, 60 dan 90 meter) berbeda, walaupun nilai perbedaannya dari data tersebut tidak terlalu jauh satu sama lain. Apabila nilai Sig 2 Tailed > 0,05 maka  $H_0$  diterima. Dari hasil uji beda yang kami lakukan walaupun didapatkan hasil nilai dari Sig 2 Tailed sama yaitu 0,07. Namun dari data di atas dapat kita buktikan bahwa panjang median yang ideal untuk mengurangi jumlah pelanggaran lalu lintas yaitu 60 meter, hal ini dapat dilihat dari jumlah pelanggaran yang menunjukkan nilai terkecil dibanding kondisi eksisting dan perlakuan penggunaan panjang median 30 meter dan 90 meter pada kedua ruas jalan, baik itu pada ruas jalan A.R Hakim (simpang utara) maupun jalan Sultan Agung (simpang selatan).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa, dengan penambahan panjang median pada jalur pendekat pada perlintasan sebidang akan mengurangi tingkat pelanggaran pindah jalur. Panjang median yang ideal untuk digunakan pada perlintasan sebidang di Jalan A.R. Hakim dan Jalan Sultan Agung yaitu dengan panjang median 60 meter. Berdasarkan hasil analisis panjang median 60 meter dapat menekankan secara efektif jumlah pelanggaran lalu lintas yang sering dilakukan oleh pengendaraan kendaraan terutama adalah pengendaraan sepeda motor dan pengemudi angkot.

### Saran

Pembuatan median yang kami sarankan yaitu dengan tinggi median tipe ditinggikan dengan tinggi minimal 0,4 m dengan lebar 1,7 m sesuai dalam Perencanaan Median Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Tahun 2004.

Kemudian untuk menambah estetika ditambahkan tanaman perdu atau bunga-bunga di tengah median dan penambahan bando jalan 60 meter sebelum perlintasan sebidang dengan ketinggian minimal dari permukaan jalan dengan bagian paling bawah 5 meter, yang ditambah dengan rambu petunjuk dan larangan serta instalasi VMS (*Variable Message Sign*) pada ruas jalan A.R Hakim dan ruas jalan Sultan Agung untuk memberikan informasi kepada masyarakat melalui pesan yang ditampilkan.

Hasil analisis ini dapat diterapkan di lingkungan dengan kondisi geometri dan karakter lalu lintas yang sama.



**Gambar 2** Rekomendasi Bando Jalan Pada Ruas Jalan A.R Hakim dan Sultan Agung

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada ALLAH SWT yang telah memberikan kemudahan dalam penyusunan paper ini. Kepada DISHUBKOMINFO Kota Tegal yang telah memberikan ijin dalam penelitian ini, kepada Bapak Reza Prisman yang selalumembimbing dalam penelitian kami, kepada Unit P3M PKTJ yang telah memberisemangat dan memberi informasi adanyalombaini, dantidaklupa kami ucapkanterimakasih kepada Taruna Muda PKTJ Angkatan 3 jurusan MKTJ yang telah membantudalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- DirektoratJendralBinaMarga. 1997. *Manual KapasitasJalan Indonesia*. Jakarta.
- DepartemenPermukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Perencanaan Median jalan*. Jakarta.
- PeraturanPemerintah No. 34. 2006. *TentangJalan*. Jakarta.
- Undang-Undang No. 23. 2007. *TentangPerkeretaapian*. Jakarta.
- Sukirman, silvia. 1999. *Dasar-DasarPerencanaanGeometrikJalan*. Nova: Bandung
- KeputusanMenteriPerhubungan No. 61.1993. *TentangRambu-RambuLaluLintas*. Jakarta.
- DirektoratJendralBinaMarga. 1992. *StandarPerencanaanGeometrikUntukJalanPerkotaan*. Jakarta

## OPTIMALISASI SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI SIMPANG BANJARAN, TEGAL)

**Kurnia Rahmawati**  
Taruni DIV MKTJ  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
Telp: 085701409699  
[kurniarahmawati47@gmail.com](mailto:kurniarahmawati47@gmail.com)

**Tiara Rizky Siskawati**  
Taruni DIV MKTJ  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
Telp: 085648902134  
[rarezky85@yahoo.com](mailto:rarezky85@yahoo.com)

**Ardita Puspa Maulida**  
Taruni DIV MKTJ  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jl. Perintis Kemerdekaan No.17,  
Kampus PKTJ,  
Tegal, 52125  
Telp: 085290670772  
[arditapm@gmail.com](mailto:arditapm@gmail.com)

### Abstract

Unsignalized Intersection in Tegal city, especially Banjaran intersection, recently have a traffic congestion potency. The major streets to the economy centre and residential center causes this. The research was conducted at the three arm unsignalized Intersection. The survei was held on the morning peak hour, peak hour at noon, and evening peak hour. The survei held at Banjaran intersection on Friday and Saturday. The analysis used the Indonesia Highway Capacity Manual 1997. The purpose of the analysis is to acknowledge the traffic stream condition that has access to enter the unsignalized intersection. Within the result, it could be acknowledged that the degree saturation is 1,09, the average delay is more than 25 second/pcu and queue probability is more than 48,38 %. These indicate that intersection condition is bad. Banjaran intersection needs traffic signal because the performance intersection have been poor and the unsignalized intersection can not be accepted any more.

**Keywords:** *Unsignalized intersection, High degree saturation, Signalized intersection, Side factors, Fluency and safety traffic.*

### Abstrak

Simpang tak bersinyal di Kabupaten Tegal, khususnya Simpang Banjaran, berpotensi menimbulkan kemacetan lalu lintas. Karena tata guna lahan disekitarsimpang tersebut merupakan area komersial. Penelitian dilakukan pada jam –jam sibuk pagi, siang, dan sore pada hari Jum'at dan Sabtu. Metode analisis berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Dari hasil analisis diketahui bahwa volume lalu lintas tertinggi 2151 kend/jam dari arah utara, yang merupakan jalur utama Tegal – Purwokerto. Derajat kejenuhan (*Degree Saturation/DS*) sebesar 1,09, dengan tundaan rata-rata >25 detik/smp serta peluang antrian dengan rentang nilai 48,38% - 96,72%. Hal ini mengindikasikan simpang tersebut sudah sangat jenuh (*over saturated*). Simpang Banjaran sudah seharusnya ditingkatkan menjadi simpang bersinyal untuk menjamin keselamatan baik pengguna jalan maupun para pedagang pasar di sekitar simpang, serta perlunya pagar penghalang (*barrier*) dengan desain sedemikian rupa yang berfungsi memisahkan pergerakan orang dan kendaraan sekitar persimpangan. Sehingga diharapkan tidak ada aktivitas gangguan samping yang mengganggu kinerja simpang.

**Kata Kunci:** *Simpang tak bersinyal, Derajat kejenuhan tinggi, Simpang bersinyal, Hambatan samping, Kelancaran dan keselamatan lalu lintas.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Simpang Banjaran merupakan simpang yang tidak bersinyal atau prioritas di Kabupaten Tegal Jawa Tengah, yang memiliki 3 kaki simpang. Arah utara merupakan Jalan Raya Utara Adiwerna, arah selatan merupakan Jalan Raya Selatan Adiwerna dan arah timur merupakan Jalan Raya Timur Adiwerna. Terdapat sebuah tugu yang terletak pada titik pertemuan arus lalu lintas Simpang Banjaran. Tugu yang memiliki replika teh botol di

puncaknya tersebut selain berfungsi sebagai identitas kawasan Banjaran karena terdapat pabrik teh disana, juga berfungsi sebagai bundaran atau pulau untuk pengaturan simpang.

Tata guna lahan Simpang Banjaran merupakan area perdagangan atau perniagaan seperti pasar, toko, dan swalayan. Namun, walaupun telah tersedia bangunan pasar untuk berdagang, tetapi masih banyak orang-orang yang berjualan di trotoar. Kondisi ini diperparah dengan banyaknya kendaraan bermotor yang parkir di badan jalan serta becak dan angkutan kotayang menunggu penumpang sehingga menimbulkan kemacetan pada jam - jam sibuk. Keadaan ini menyebabkan berbagai masalah lalu lintas seperti konflik lalu lintas serta antrian kendaraan yang panjang pada persimpangan.



**Gambar 1** Antrian kendaraan di Simpang Banjaran

Tidak hanya hal-hal tersebut yang menyebabkan macet. Tetapi juga karena adanya jalan yang rusak pada ruas jalan minor. Marka jalan yang tidak jelas dan tidak adanya alat pengaturan lalu lintas yang pasti, memperparah keadaan ini.

Selain itu, adanya Pasar Bawang di Simpang Banjaran membuat lalu lintas menjadi terhambat, ini diakibatkan oleh para pengunjung pasar yang memakai badan jalan sebagai lahan parkir. Hal ini membuat badan jalan menjadi semakin sempit dan sering terjadi antrian panjang pada saat aktifitas memuncak.



**Gambar 2** Hambatan samping

Untuk menindak lanjuti kasus tersebut, dengan mempertimbangkan kondisi yang ada dan rencana pengembangan jalan di masa yang akan datang, maka perlu diadakan analisa simpang. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki kinerja Simpang Banjaran sehingga lalu lintas di sekitar simpang tersebut lancar dan meningkatkan keselamatan lalu lintas bagi pengguna jalan maupun pedagang pasar.

### **Tinjauan Pustaka**

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty, 2005).

Menurut Khisty (2002), umumnya terdapat beberapa macam sistem kendali pada persimpangan sebidang, yaitu: (a) tanpa sistem kendali (*uncontrolled/basic rule*), (b) dengan rambu dan marka (*yield and/or stop signs*), (c) bundaran lalu lintas (*rotaries and roundabout*), dan (d) sinyal lalu lintas (*traffic signals*).

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) menyatakan ukuran perilaku lalu lintas diantaranya adalah *Level of Performance (LoP)* dan *Level of Service (LoS)*. LoP berarti ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional dari fasilitas lalu lintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan. (Pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian, panjang antrian dan rasio kendaraan terhenti). Sedangkan LoS berarti ukuran kualitatif yang digunakan di

HCM 85 Amerika Serikat dan menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan penilaiannya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi lalu lintas, kenyamanan, dan keselamatan).

Ukuran-ukuran kinerja simpang tak bersinyal berikut dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometrik, lingkungan dan lalu lintas adalah :

Kapasitas (C)

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (1)$$

Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{total}}{c} \quad (2)$$

Tundaan (D)

$$D = DG + D_{ti} \quad (3)$$

Peluang antrian (QP %)

$$QP_b = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \quad (4)$$

$$QP_a = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) - (56,47 \times DS^3) \quad (5)$$

### **Metodologi Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari tahapan sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek ditentukan. Studi literatur juga merupakan landasan teori yang mengacu pada buku-buku, pendapat, dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

#### 2. Survei Pendahuluan

Sebelum melakukan survei, dilakukan survei awal yang berfungsi untuk mendapatkan gambaran umum tentang lokasi survei, metode pelaksanaan survei yang tepat dan waktu survei.

#### 3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapat dengan cara observasi atau pengamatan di lokasi penelitian, yaitu pengamatan pengukuran geometrik simpang dan survei volume lalu lintas. Sedangkan data sekunder merupakan hasil survei instansi terkait, yaitu data jumlah penduduk dari BPS Kabupaten Tegal.

### **Pengolahan dan Analisis Data**

Pengolahan data dan analisis dilakukan berdasarkan data-data yang dibutuhkan dan diperoleh dari penelitian, selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasi masalah. Analisis tersebut mengacu pada MKJI 1997 dan beberapa literatur yang lainnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data

**Tabel 1** Ukuran lebar pendekat

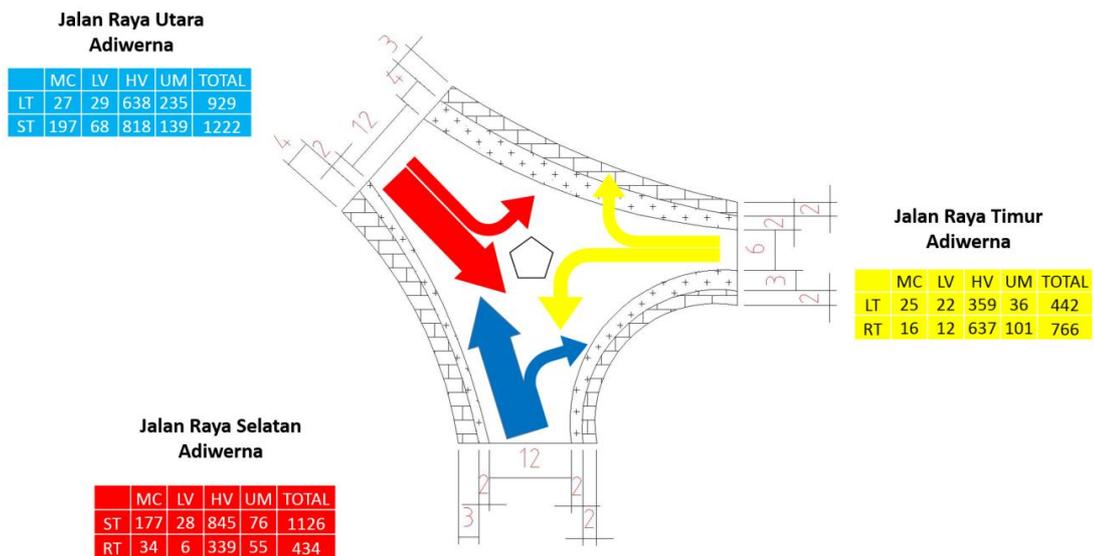
Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur		Tipe simpang	
		Jalan simpang			Jalan utama				Lebar pendekat rata-rata $W_i$	Jalan simpang		Jalan utama
		A	C	Wac	B	D	Wbd					
0	3	3	0	3	6	6	6	4,50	2	2	322	

**Tabel 2** Jumlah arus lalu lintas

Tipe Kendaraan	Pendekat								
	Selatan			Timur			Utara		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	0	177	34	25	0	16	27	197	0
HV	0	28	6	22	0	12	29	68	0
MC	0	845	339	359	0	637	638	818	0
UM	0	76	55	202	0	146	235	139	0

### Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh diatas, kemudian diolah untuk mendapatkan nilai kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan simpang. Sehingga dari hasil yang diperoleh dapat dilakukan analisis simpang tersebut.



**Gambar 3** Matriks Asal Tujuan

Dari hasil analisis didapatkan bahwa persimpangan jalan raya Banjaran memiliki volume lalu lintas yang cukup besar, terutama arus yang keluar dari arah Tegal menuju ke Slawi (kaki simpang Jalan Raya Utara Adiwerna). Hal ini disebabkan jalan tersebut merupakan jalan arteri sekunder yang menghubungkan ke Kota Purwokerto. Sedangkan volume lalu lintas terkecil yaitu dari arah timur yaitu Jalan Raya Timur Adiwerna, karena jalan tersebut merupakan jalan kolektor sekunder.

**Tabel 3** Kapasitas Simpang Banjaran, Tegal

Kapasitas Dasar Co smp/jam	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas sebenarnya C smp/jam
	Lebar pendekatan rata-rata Fw	Median jalan utama Fm	Ukuran kota Fcs	Hambatan Sampung Frsu	Belok kiri Flt	Belok kanan Frt	Rasio simpang/ Total Fmi	
2700	1,072	1,000	1	0,750	1,236	0,884	0,967	2,292

Berdasarkan hasil perhitungan dan survei lapangan yang dilakukan didapatkan bahwa simpang Banjaran memiliki kapasitas lalu lintas sebesar 2292 smp/jam.

**Tabel 4** Kinerja Lalu lintas Simpang Banjaran, Tegal

Arus lalu-lintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan 1,09	Tundaan rata-rata D det/smp					Peluang	
		Total 20,92	Jalan Mayor 4,25	Jalan Minor 75,94	Geometrik Simpang 4	Tundaan Simpang 24,92	Antrian 48,38	96,72
2.509	1,09	20,92	4,25	75,94	4	24,92	48,38	96,72

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan Simpang Banjaran adalah 1,09. Sedangkan tundaan simpangnya adalah 25 detik/smp. Kemudian peluang antriannya adalah 48,38 % - 96,72 %. Pada kenyataan di lapangan situasi simpang Banjaran memang terjadi kesemrawutan, terkadang terjadi kemacetan arus lalulintas, tetapi masih bisa berjalan secara perlahan. Derajat kejenuhan di Simpang Banjaran tersebut menunjukkan bahwa simpang tak bersinyal di Banjaran sudah sangat jenuh (*over saturated*), oleh sebab itu simpang tersebut harus segera dilakukan perbaikan kinerja, yaitu dengan optimalisasi simpang untuk meningkatkan kelancaran dan keselamatan lalu lintas.

Dari hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai tundaan rata-rata yaitu sebesar 25 detik/smp, maka dapat diambil suatu gambaran bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan Banjaran berada pada tingkat pelayanan D (21- 30 detik/smp). Pada kondisi ini arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, kepadatan lalu lintas sedangnamun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

**Tabel 5** Tundaan berhenti pada berbagai tingkat pelayanan (LoS)

Tingkat pelayanan	Rata-rata tundaan berhenti (detik per smp)
A	< 5
B	5 -10
C	11 – 20
<b>D</b>	<b>21 – 30</b>
E	– 45
F	>45

**Sumber:** KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

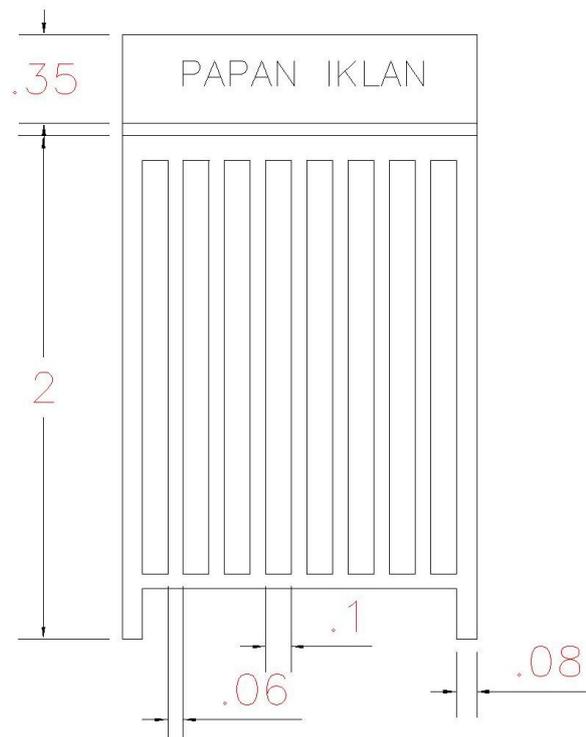
Hasil yang diperoleh dari penelitian arus lalu lintas di simpang tak bersinyal disimpulkan sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas pada jam puncak terbesar yaitu 2151 kendaraan/jam, yang terjadi dari arah Utara yaitu Jalan Raya Utara Adiwerna.
2. Kapasitas simpang Banjaran sebesar 2.292 smp/jam.
3. Nilai derajat kejenuhan (DS) hasil hitungan analisis yaitu sebesar 1,09, dengan tundaan simpang yaitu 25 detik/smp.
4. Nilai peluang antrian dalam rentang nilai 48,38 % - 96,72 % dengan tingkat pelayanan (LoS) yaitu tingkat pelayanan D (21 – 30 det/smp).
5. Gangguan samping pada simpang Banjaran sedang karena para pedagang berdagang di bahu jalan serta angkutan umum dan becak menunggu penumpang di badan jalan.

### Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan sebagai berikut:

1. Karena nilai derajat kejenuhan simpang sebesar 1,09 yang sudah melebihi batas 0,8, tundaan sebesar 25 detik/smp, dan peluang antrian simpang 96,72 % - 48,38 % disarankan simpang tersebut ditingkatkan pengaturannya menjadi simpang bersinyal demi efektifitas dan optimalisasi kinerja Simpang Banjaran. Dengan waktu siklus untuk setiap kaki simpang adalah 49 detik. Untuk waktu hijau kaki simpang utara dan selatan adalah 19 detik dan waktu hijau kaki simpang timur adalah 21 detik.
2. Tingginya faktor hambatan samping pada Simpang Banjaran karena banyaknya pedagang yang berjualan hampir di badan jalan, maka disarankan untuk memasang pagar pengaman (*barrier*) yang berfungsi untuk memisahkan pergerakan lalu lintas di jalan dengan aktivitas pedagang kaki lima. Dengan ketentuan pagar tersebut dipasang di bahu jalan sepanjang lajur kanan dari arah Tegal hingga Slawi (Jalan Raya Utara Adiwerna – Jalan Raya Selatan Adiwerna). Disain pagar pengaman dengan tinggi 2 meter dan celah antar besi sekitar 10 cm, serta papan iklan setinggi 30-50 cm yang dipasang diatas pagar. Dengan harapan agar transaksi jual beli tidak dapat dilakukan di pinggir jalan. Sehingga pengunjung harus masuk ke dalam pasar.



**Gambar 4** Disain pagar pengaman yang tinggi dengan celah rapat serta papan iklan di atas pagar.



**Gambar 5** Disain pemasangan pagar pengaman (*barrier*) di sepanjang bahu jalan sebelah kananarah utara hingga selatan.

1. Kami tidak menyarankan untuk memperbesar bundaran dikarenakan lahan yang tidak memadai sehingga akan semakin mengurangi kapasitas simpang. Dan jika memungkinkan, untuk menjadi pertimbangan kebijakan daerah dengan menghilangkan tugu identitas Teh Botol Banjaran yang berfungsi sebagai bundaran untuk meningkatkan kapasitas simpang.
2. Penegakan hukum (*law enforcement*) oleh pihak terkait (Kepolisian, Dishub), untuk menertibkan angkot yang menunggupenumpang di badan jalan sekitar simpang. Selain itu penegakan hukum juga diperlukan untuk menertibkan parkir *on street* serta pedagang yang masih tetap berjualan di bahu jalan. Untuk fasilitas pendukung seperti

rambu dan marka di persimpangan tersebut juga perlu dilengkapi. Diperlukan kerjasama dari semua pihak sehingga arus lalu lintas yang lancar, aman, nyaman dan selamat dapat terwujud.



**Gambar 6** Disain rekomendasi simpang bersinyal

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.
- Hummer J.E. 1994. *Manual of Transportation Engineering Studies*. Institute of Transportation Engineering, by Prentice-Hall, inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Juniardi. 2006, “*Analisis Arus Lalu Lintas di Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Timoho dan Simpang Tunjung di Kota Yogyakarta)*”. Tesis Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.
- Khisty.C.J, Kent L.B. 2002. *Transportation Engineering. An Introduction*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Khisty.C.J, Kent L.B. 2005. *Transportation Engineering. An Introduction/Third Edition*. Published by Pearson Education.
- The Highways Agency. *Geometric Design of Major/Minor Priority Junctions*. Ireland.
- World Bank. 2005. *Sustainable Safe Road Design*. Dutch.

## APLIKASI CAR FOLLOWING MODEL UNTUK SIMULASI ARUS LALU LINTAS DI ALUR PELAYARAN SUNGAI

### Edi Kadarsa

Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[aedikadarsah@yahoo.co.id](mailto:aedikadarsah@yahoo.co.id)

### Harun al-Rasyid S. lubis

Dosen Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[halubis@yahoo.com](mailto:halubis@yahoo.com)

### Ade Sjafruddin

Dosen Program Studi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[ades@trans.si.itb.ac.id](mailto:ades@trans.si.itb.ac.id)

### Russ Bona Frazila

Dosen Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[frazila@yahoo.com](mailto:frazila@yahoo.com)

### Abstract

To develop river transport in Indonesia, traffic flow research is required to analyse fairway capacity and level of service, and also transportation safety. Due to vessel traffic is insignificant, the research should be undertake using simulation model. To construct the simulation model, the vessel's interaction rules in the system are required. Car following model may be applied to regulate the vessels' interaction by perform some adjustments to characteristics of river, vessels, and driver. This research aims to select car following model and determine rezime to formulate the realistic driver behavior in the system, without discuss the river velocity effect to car following model.

**Keywords:** *car following model, vessel, simulation, river, rezime*

### Abstrak

Dalam rangka pengembangan angkutan sungai di Indonesia, perlu dilakukan penelitian arus lalu lintas untuk analisis kapasitas, tingkat pelayanan alur sungai dan keselamatan transportasi. Disebabkan volume lalu lintas kapal yang kecil, penelitian tersebut sebaiknya dilakukan dengan menggunakan model simulasi. Dalam pembuatan model simulasi dibutuhkan aturan untuk mengatur interaksi kapal-kapal didalam sistem. *Car following model* dapat digunakan untuk mengatur interaksi kapal-kapal dengan terlebih dahulu melakukan penyesuaian-penyesuaian terhadap karakteristik sungai, kapal dan pengendara. Penelitian ini bertujuan memilih *car following model* dari beberapa yang paling umum digunakan dan menentukan rezim untuk membuat perilaku pengendara kapal di dalam sistem menjadi realistis. Penelitian ini tidak membahas pengaruh kecepatan arus sungai terhadap *car following model*.

**Kata Kunci:** *car following model, kapal, simulasi, sungai, rezim*

## PENDAHULUAN

Permasalahan angkutan jalan raya berupa kemacetan, kerusakan jalan, polusi dan biaya transportasi yang tinggi dapat diselesaikan dengan membagi lalu lintas jalan raya ke angkutan sungai, mengingat Indonesia memiliki banyak jaringan sungai yang dapat dilayari oleh kapal-kapal besar (Perhubungan, 2005; Tuan, 2011). Umumnya sungai-sungai tersebut mengalir dari wilayah pedalaman melalui kota-kota kabupaten menuju ke laut lepas sehingga angkutan sungai dapat menjadi alternatif angkutan barang dan penumpang selain angkutan jalan raya.

Pada saat ini volume lalu lintas kapal pada alur pelayaran sungai di Indonesia kecil (Data Survei Asal Tujuan Nasional tahun 2001 dan 2006) karena angkutan sungai tidak berkembang selama beberapa puluh tahun terakhir bahkan cenderung mengalami kemunduran (Maryono, 2003). Agar angkutan sungai dapat berkembang dengan baik perlu dilakukan revitalisasi alur pelayaran dan moda angkutan sungai. Revitalisasi tersebut harus efisien dan sesuai dengan kebutuhan sehingga perlu ditunjang dengan penelitian-penelitian.

Penelitian angkutan sungai yang telah dilakukan jumlahnya terbatas terutama untuk penelitian arus lalu lintas. Hal ini disebabkan volume kapal yang berlayar di alur pelayaran sungai kecil sehingga permasalahan lalu lintas sungai cenderung diabaikan oleh para peneliti. Hasil wawancara dengan beberapa peneliti dari LAPI-ITB, PT United Tractor dan Perhubungan Darat yang melakukan penelitian angkutan sungai di Pulau Kalimantan dan Sumatera menunjukkan tidak terdapat alur pelayaran sungai dengan volume lalu lintas yang padat atau mendekati kapasitas. Oleh karena itu penelitian arus lalu lintas untuk keperluan analisis kapasitas, tingkat pelayanan alur sungai dan keselamatan transportasi sebaiknya dengan model simulasi yang dapat digunakan untuk analisis arus lalu lintas pada kondisi eksisting dan ketika alur pelayaran semakin padat.

Di dalam model simulasi arus lalu lintas sungai, kapal –kapal dihasilkan melalui bilangan acak (*random number*) dan disebar ke dalam sistem berdasarkan distribusi peluang tertentu. Setelah kapal-kapal disebar didalam sistem, kapal – kapal tersebut akan berlayar dan berinteraksi dengan lalu lintas disekitarnya terutama dengan kapal terdekat, yaitu antara kapal di depan dan kapal di belakang yang mengikuti. Pada lalu lintas jalan raya, perubahan kecepatan kapal didepan yang direspon oleh kapal dibelakang dapat dijelaskan melalui *car following model*.

## KAJIAN PUSTAKA

### **Car Following Model.**

Car following models terus diperbaiki dan dikembangkan sehingga menghasilkan model-model baru yang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok berdasarkan konsep dibelakang model tersebut, yaitu:

#### ***Stimulus Response Model***

Chandler et all (1958) yang pertama kali mengusulkan sebuah model linier berdasarkan konsep respon-stimulus. Respon pengemudi dapat berupa percepatan atau perlambatan dari kendaraan di belakang, sementara stimulus ditetapkan sebagai perbedaan kecepatan antara kendaraan didepan dengan kendaraan di belakang yang mengikuti. Stimulus tidak langsung direspon oleh pengemudi di belakang, tetapi membutuhkan waktu yang disebut waktu reaksi. Waktu reaksi dihitung mulai adanya perbedaan kecepatan antara dua kendaraan yang beriringan sampai pengemudi dibelakang mengambil keputusan untuk melakukan percepatan atau perlambatan. Diketahui pula waktu reaksi sebanding dengan sensitifitas.

Respon pengemudi berupa percepatan atau perlambatan merupakan usaha kendaraan di belakang untuk menyamakan kecepatan dengan kendaraan di depan. Hal ini merupakan kelemahan dari model respon stimulus dimana perilaku pengemudi menjadi tidak realistis. Ketika jarak antara dua kendaraan besar, pengemudi di belakang masih bereaksi terhadap perubahan kecepatan kendaraan di depan. Selain itu kendaraan yang berjalan pelan akan terseret menjadi lebih cepat bila kendaraan di depan bergerak dengan kecepatan lebih

tinggi karena pengendara dibelakang yang mengikuti harus menyesuaikan kecepatannya dengan kecepatan kendaraan di depan (Hoogendoorn and Bovy, 2000).

Peneliti dari *General Motor* menambahkan jarak antara dua kendaraan dan kecepatan kendaraan yang mengikuti untuk memperbaiki sensitivitas sehingga model menjadi tidak linier. Selanjutnya Gaziz membuat model non linier menjadi bentuk umum dengan menambahkan parameter  $\alpha$ ,  $l$ ,  $m$  sebagai parameter sensitifitas (May, 1990).

### ***Safe Distance Model***

Model pertama diusulkan oleh Kometami dan Sasaki (1959). Model ini menyatakan bahwa pengendara dibelakang yang mengikuti kendaraan di depan memilih suatu jarak yang aman dengan kendaraan di depan berdasarkan kecepatan kendaraannya untuk menghindari tabrakan dengan kendaraan di depan. Pipe (1952) menyatakan kendaraan dibelakang yang mengiringi kendaraan didepan harus menjaga jarak yang aman paling sedikit sejauh satu kendaraan pada kecepatan 10 mil/jam dan akan meningkat secara linier dengan bertambahnya kecepatan (May, 1990; Hoogendoorn and Bovy, 2000). Pendekatan yang sama dengan Teori Pipe diusulkan oleh Forbes (1958), tetapi jarak antara (*distance headway*) yang dihasilkan oleh kedua teori ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengamatan di lapangan pada saat kecepatan rendah dan tinggi (Hoogendoorn and Bovy, 2000).

Gipps melakukan perbaikan pada model awal dimana model yang diusulkan dapat dikalibrasi menggunakan asumsi logis perilaku pengendara. Model Gipps ini digunakan secara luas di dalam simulasi arus lalu lintas mikroskopis. Salah satu faktor yang membuat model ini populer adalah secara teori perilaku pengendara untuk situasi dua kendaraan beriringan atau platoon dapat dijelaskan secara realistis (Panwai and Dia, 2005).

### ***Optimum Velocity Model***

Bando et all (1995) mengusulkan *car following model* berdasarkan konsep kecepatan optimal, yaitu setiap pengendara mencoba untuk mencapai kecepatan optimal tergantung kepada jarak dan perbedaan kecepatan dengan kendaraan di depan (Dalam Ranjitkar, Nakatsuji dan Kawamua, 2005). Berdasarkan penjelasan tersebut, respon dari kendaraan di belakang adalah mempercepat kendaraan bila kecepatannya pada saat itu belum mencapai kecepatan optimal sebaliknya akan memperlambat kendaraan bila kecepatannya melampaui kecepatan optimal. Terdapat penelitian yang menunjukkan percepatan dan perlambatan hasil perhitungan model tidak realistis ketika dibandingkan dengan data lapangan (Peng and Sun, 2010)

Model yang memiliki hubungan dekat dengan model ini adalah *Velocity Different Model*. Fungsi percepatan terdiri dari kecepatan optimal yang tergantung dari jarak antara dua kendaraan dan perbedaan kecepatan sebagai stimulus. Kesting dan Treiber (2008) membandingkan model ini dengan *Intelligent Driver Model* menggunakan data jejak kendaraan. Berbeda dengan pengukuran-pengukuran pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian ini menggunakan tiga pengukuran *error* yang berbeda dengan alasan tidak ada dasar yang kuat untuk menetapkan pengukuran yang terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi nilai-nilai parameter *velocity different model* tinggi untuk tiga pengukuran yang berbeda, sedangkan *intelligent driver model* lebih kecil atau menunjukkan hasil yang lebih baik.

### ***Linier Model***

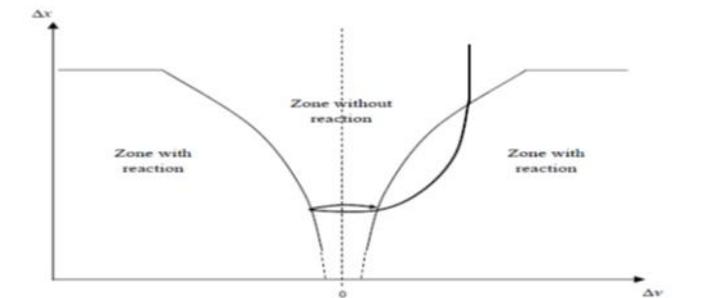
*Linier model* dikembangkan dari model ke tiga Gazis-Herman-Rothery yang kemudian diperbaiki oleh Helly dengan mengusulkan jarak yang diinginkan oleh pengendara yang

mengikuti kendaraan di depan. Hasil perhitungan dengan *Linier Model* ini dilaporkan mempunyai kecocokan dengan data hasil observasi. Kelemahan utama model ini adalah kalibrasi parameter-parameter konstan pada persamaan jarak yang diinginkan oleh pengemudi susah untuk ditentukan di lapangan (Panwai and Dia, 2005).

### ***Psychophysical Model***

*Psychophysical model* menggunakan ambang batas persepsi atau titik-titik yang ditetapkan sebagai batasan pengemudi mengubah perilaku berkendara. Pengemudi dapat bereaksi mengubah kecepatannya atau jarak dengan kendaraan di depan hanya ketika ambang batas terlampaui (Leutzbach, 1988 dalam Olstam and Tapani, 2004). Ambang batas ditentukan untuk membatasi suatu wilayah yang menunjukkan tingkat respon dan kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan. Ambang batas ini sering dipresentasikan dalam sebuah diagram perbedaan kecepatan dengan jarak relatif (Gambar 1). Dengan ditetapkannya ambang batas persepsi ini, maka aturan perilaku pengemudi adalah (Hoogendoorn and Bovy, 2000):

1. Bila jarak antara dua kendaraan besar atau jauh, pengemudi tidak dipengaruhi oleh perbedaan kecepatan.
2. Pada jarak yang lebih kecil, beberapa kombinasi perbedaan kecepatan dan jarak antara (distance headway) tidak menghasilkan respon dari pengemudi di belakang, karena perbedaan kecepatan dan jarak antara terlalu kecil.



Sumber: Olstam dan Tapani, 2004

Gambar 1 Ambang Batas Wiedemann (1974)

Wiedemann (1974) yang pertama kali mengembangkan *Psychophysical Model*. Dia membedakan kendaraan terhalang oleh kendaraan di depan atau bebas mengatur kecepatannya sampai kecepatan yang diinginkan melalui ambang batas persepsi. Model ini menjadi dasar dari beberapa model simulasi arus lalu lintas mikroskopis (Dalam Hoogendoorn and Bovy, 2000).

Krauss et al (1999) mengembangkan suatu model yang dapat menggambarkan arus lalu lintas pada saat macet seperti *capacity drop* dan *wide jams*. Car following model yang lebih sederhana tidak bisa menggambarkan arus lalu lintas yang macet sebaik model yang diusulkan oleh Krauss ini (Dalam Hoogendoorn and Bovy, 2000)

Kelemahan dari model ini adalah penentuan persepsi dari para pengemudi-pengemudi yang berbeda terhadap kecepatan dan jarak relatif yang bervariasi untuk keperluan kalibrasi dan menetapkan ambang batas individual.

### ***Fuzzy Logic Based Model***

Aplikasi logika fuzzy terhadap *car following models* terjadi pada tahun 1990an. Usaha pertama adalah mengaplikasikan aturan fuzzy pada Model Gazis-Herman-Rothery

(Kikuchi and Chakraborty, 1999 dalam Rahman, 2013). *Model car following* ini menggunakan sekumpulan logika fuzzy, misalnya jika “terlalu dekat”, maka “lakukan perlambatan maksimum”.

Di dalam model-model yang telah dijelaskan sebelumnya, pengendara diasumsikan mengetahui kecepatan kendaraannya, kecepatan kendaraan di depan dan jarak antar kendaraan dengan tepat. Di dalam model logika fuzzy, pengendara diasumsikan hanya menyimpulkan kecepatan kendaraan, misalnya sangat lambat, lambat, sedang (moderat), tinggi dan sangat tinggi. Sekumpulan logika fuzzy tersebut mungkin *overlap* satu sama lain, untuk itu fungsi kepadatan probabilitas digunakan untuk mengurangi kesalahan yang dibuat oleh pengendara dalam menyimpulkan kecepatan dan jarak antar kendaraan. Kesulitan utama dalam aplikasi model ini adalah menentukan atau mengkalibrasi fungsi anggota yang merupakan bagian paling penting dari model (Brackstone and McDonald, 1999 dalam Rahman, 2004).

Ranjitkar, Nakatsuji dan Kawamura (2005) mengadakan penelitian untuk membandingkan berbagai *car following model* yang paling sering digunakan untuk analisis arus lalu lintas mikroskopis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat tolak ukur dalam memilih model yang tepat. Beberapa *car following model* yang dibandingkan adalah *Chandler Model*, *Generalized General Motor Model*, *Gipps Model*, *Krauss Model*, *Leutzbach Model*, *Nagel Model*, *Bando Model* dan *Newell Model*. Untuk keperluan kalibrasi parameter-parameter dan validasi model digunakan data hasil pengamatan kendaraan yang bergerak beriringan dimana proses pengumpulan data direncanakan dengan sangat baik dan menggunakan peralatan yang canggih (RTK GPS). Kalibrasi parameter-parameter dan validasi model dilakukan dengan menggunakan teknik yang telah teruji. Hasil penelitian secara umum menunjukkan *Chandler Model* dan *Generalized General Motor Model* memiliki kinerja yang lebih baik dari model-model yang lain karena menghasilkan persentil *error* yang lebih rendah untuk memperkirakan kecepatan dan percepatan, sedangkan perkiraan jarak antar kendaraan menunjukkan *percentile error* yang kompetitif dengan model-model lainnya. Hal ini sejalan dengan beberapa literatur yang menyebutkan simulasi model yang dikembangkan berdasarkan *Generalized General Motor Model* untuk kendaraan yang terhalang menunjukan korelasi yang baik dengan data lapangan (Dalam Raharjo, 2013).

### **Model Car Following untuk Simulasi Arus Lalu Lintas pada Alur Pelayaran Sungai**

Pergerakan kapal di sungai dibatasi oleh kondisi alam dan karakteristik kapal. Pengendara kapal di alur pelayaran sungai harus mempertimbangkan kecepatan arus dan gelombang yang mempengaruhi pergerakan kapal, baik kapal dalam keadaan bergerak atau diam. Selain itu kapal tidak bisa mengerem seperti kendaraan di jalan raya. Perlambatan kapal maksimum dengan memutar balik putaran mesin yang membutuhkan jarak dan waktu tertentu sampai kapal berhenti. Hal tersebut membatasi perilaku pengendara dalam bermanuver di alur pelayaran sungai. Berbeda dengan kapal dialur sungai, kendaraan di jalan raya relatif stabil (permukaan jalan raya keras dan rata, kondisi tidak stabil hanya pada jalan-jalan yang rusak dan bergelombang) dan pengendara leluasa mengatur percepatan dan perlambatan dengan menggunakan perseneling, kopling dan rem dimana jarak henti kendaraan pendek terutama bila pengendara menginjak rem dengan keras (perlambatan maksimum). Beberapa penelitian menyimpulkan jarak henti kendaraan tidak lebih dari panjang mobil (Pipe, 1953; Forbes, 1958) sehingga mempengaruhi perilaku pengendara dalam mengemudi.

Berdasarkan dari penjelasan diatas, disimpulkan *General Motor Model* cukup realistis untuk menjelaskan interaksi kapal-kapal terdekat di dalam sistem alur pelayaran sungai sehingga dapat digunakan sebagai aturan simulasi. Secara lebih detil pertimbangan digunakannya *General Motor Model* adalah sebagai berikut :

1. Beberapa penelitian menunjukkan model simulasi yang dikembangkan berdasarkan *General Motor Model* untuk kendaraan yang terhalang mempunyai korelasi yang baik dengan data lapangan.
2. Perhitungan yang rumit dari model- model lainnya bertujuan untuk memasukan pengaruh perilaku pengendara yang dominan dalam mempercepat atau memperlambat kendaraan di jalan raya sedekat mungkin dengan realita, dimana perilaku pengendara-pengendara tersebut bervariasi. Sebaliknya interaksi antara dua kapal yang berdekatan pada alur pelayaran sungai dibatasi oleh kondisi lingkungan dan karakteristik kapal sehingga mengurangi perilaku pengendara dalam bermanuver. Berdasarkan alasan tersebut, *General Motor Model* dianggap dapat menggambarkan perilaku pengendara untuk pergerakan kapal yang terhalang.
3. *General Motor Model* memiliki kelemahan dalam hal perilaku pengendara yang tidak realistis. Kekurangan ini dapat diselesaikan dengan membuat rezim. Rezim adalah pembagian wilayah/jarak yang menunjukkan tingkat respon dan kebebasan pengendara dalam memilih kecepatan serta menunjukkan apakah kendaraan terhalang dengan kendaraan di depan atau tidak.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Kajian dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan secara komprehensif terhadap konsep-konsep *car following model* dan hasil survei melalui wawancara yang mendalam dengan kapten kapal dan peneliti angkutan sungai. Analisis dilakukan dengan membandingkan kelemahan dan kelebihan beberapa *car following model* berdasarkan literatur. Selanjutnya ditentukan satu *car following model* yang dapat digunakan sebagai aturan simulasi interaksi kapal-kapal di alur pelayaran sungai dengan beberapa penyesuaian terhadap karakteristik sungai, kapal dan pengendara. Penyesuaian-penyesuaian tersebut berdasarkan 303 literature dan hasil wawancara.

## **ANALISIS**

### **Penyesuaian Model Umum General Motor untuk Lalu Lintas Sungai**

Semua *car following model* dikembangkan oleh para ahli lalu lintas untuk menggambarkan perilaku pengendara pada kendaraan yang bergerak beriringan di jalan raya. Untuk aplikasi *car following model* pada interaksi kapal-kapal yang berlayar beriringan di alur pelayaran sungai perlu dilakukan beberapa penyesuaian karena adanya perbedaan antara angkutan jalan raya dan angkutan sungai.

### **Penentuan Rezim**

Beberapa model hanya menggambarkan perilaku pengendara ketika mengikuti kendaraan yang terdekat, tetapi beberapa model yang lain secara lengkap menggambarkan perilaku pengendara dalam berbagai situasi (rezim). Model yang baik (realistis) harus mampu menunjukkan di rezim mana kendaraan berada dan tindakan yang harus dilakukan oleh pengendara pada rezim tersebut.

Model-model car following menggunakan beberapa rezim untuk menggambarkan perilaku pengemudi di belakang yang mengiringi kendaraan di depan. Secara garis besar rezim dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Kendaraan Bebas (free driving)  
Kendaraan di dalam rezim ini tidak terhalang oleh kendaraan lain dan pengemudi mampu memacu kecepatannya sampai dengan kecepatan yang diinginkan.
2. Kendaraan Terhalang Secara Normal (normal driving)  
Pada rezim ini, kendaraan mengatur kecepatannya tergantung kepada kecepatan dan jarak kendaraan di depan.
3. Kendaraan Terlalu Dekat (emergency deceleration)  
Kendaraan sudah terlalu dekat dengan kendaraan di depan dan harus dipaksa melakukan perlambatan sampai jarak antara dua kendaraan melebar dan keluar dari rezim darurat untuk menghindari tabrakan.

Umumnya jumlah rezim pada model car following yang diaplikasikan pada jalan raya bervariasi antara dua sampai lima. Tetapi pada model simulasi arus lalu lintas sungai dapat digunakan tiga rezim seperti yang telah dijelaskan di atas.

Pada rezim bebas, kapal-kapal berlayar disekitar kecepatan yang diinginkan dan perubahan kecepatan hanya terjadi karena pengaruh geometrik alur sungai. Setelah ambang batas rezim bebas terlampaui, maka kapal mulai terhalang dan harus mengatur kecepatan dan jarak dengan kendaraan di depan.

Untuk menentukan apakah kapal berlayar bebas atau terhalang oleh kapal di depan berdasarkan ambang batas jarak, yaitu:

1. Jarak antar kapal > ambang batas jarak, maka kapal bebas berlayar tanpa terhalang oleh kapal di depan.
2. Jarak antar kapal < ambang batas jarak, maka pergerakan kapal terhalang oleh kapal di depan, sehingga berlaku aturan car following di dalam sistem.

Menurut Sutomo (1992), Ambang batas jarak dua kendaraan yang bergerak beriringan di jalan raya ditentukan sebagai berikut:

$$\text{minGap} = (\text{norStopDistance})_{\text{rear}} + (\text{minSpacing})_{\text{rear-front}} - (\text{brakeDistance})_{\text{front}} \quad (1)$$

Dimana:

$\text{minGap}$  = ambang batas jarak

$\text{norStopDistance} = T \dot{x}_{n+1}(t) + (\dot{x}_{n+1}(t))^2 / 2 a_r$

$\text{brakeDistance} = (\dot{x}_n(t))^2 / 2 a_m$ ;  $a_m$  : tingkat perlambatan maksimum

$\text{minSpacing} = x_n(t + S) - x_{n+1}(t + S) = \text{minimum clearance}$  antara dua kendaraan; S: waktu dari t sampai semua kendaraan stop.

T : waktu reaksi

$\dot{x}_n(t)$  : kecepatan kapal di depan pada waktu t

$\dot{x}_{n+1}(t)$  : kecepatan kapal yang mengikuti pada waktu t

$a_r$ : tingkat perlambatan normal. Menurut Sutomo (1992), tingkat perlambatan ini diasumsikan dilakukan tanpa menginjak rem, tetapi hanya memainkan gas dan gigi kendaraan untuk mengurangi kecepatan.

Persamaan (1) yang diusulkan oleh Sutomo dapat digunakan untuk menentukan ambang batas jarak dengan beberapa penyesuaian dalam rangka penentuan rezim.

Terdapat perbedaan antara moda angkutan sungai dengan angkutan jalan raya dalam cara memperlambat atau mempercepat kendaraan. Untuk kapal yang berlayar di alur pelayaran, ada tiga cara kapten kapal melakukan perlambatan atau percepatan, yaitu dengan mengatur kemudi, mematikan mesin kapal dan memutar balik arah putaran mesin (Soebekti, 2012). Perlambatan normal adalah suatu kondisi dimana kapten kapal mengurangi kecepatan dengan menggunakan kemudi. Besar perlambatan normal dengan menggunakan kemudi dapat diperoleh dari survei lapangan, yaitu wawancara dengan operator kapal dan eksperimen kapal uji.

Untuk menjamin tidak terjadi kecelakaan maka harus ditentukan jarak minimum yang menunjukkan bahwa kapal sudah terlalu dekat dengan kapal di depan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan jarak minimum sama dengan Persamaan (1), kecuali *normal stop distance (norStopDistance)* digantikan oleh *minimum stop distance (minStopDistance)*.

$$\text{minStopDistance} = T\dot{x}_{n+1}(t) + (\dot{x}_{n+1}(t))^2 / 2 a_m \quad (2)$$

Perlambatan maksimum untuk kapal yang berlayar di alur pelayaran sungai ditentukan berdasarkan perlambatan dengan mesin kapal diputar balik dengan kecepatan penuh.

### **Pengaruh Arah dan Kecepatan Arus Sungai Terhadap Kecepatan**

Berbeda dengan jalan raya dimana percepatan dan perlambatan kendaraan dipengaruhi oleh kelandaian jalan, maka percepatan dan perlambatan kapal di alur sungai dipengaruhi oleh kecepatan arus sungai (ASCE, 2005; Frima, 2004). Pengaruh kecepatan arus sungai terhadap *car following model* tidak merupakan bagian dari pembahasan makalah ini.

### **Penentuan posisi kapal dan Kecepatan Kapal pada waktu tertentu (t)**

Komputer akan selalu memperbaharui informasi mengenai posisi kapal, percepatan dan kecepatan pada interval waktu tertentu. Besar interval waktu tergantung kepada tingkat keakuratan yang dibutuhkan. Lebih kecil interval waktu, lebih baik akurasinya. Posisi dan kecepatan kendaraan mengikuti Hukum Newton, sedangkan akselerasi mengikuti model *car following*. Oleh karena itu persamaan yang mengatur suatu arus lalu lintas dapat dikembangkan sebagaimana dibawah ini dengan interval waktu *update* adalah  $\Delta t$  (Mathew, 2014).

$$V_{tn} = v_{nt} + \Delta t + a_{nt} + \Delta t \times \Delta t \quad (3)$$

$$X_{tn} = x_{nt} + \Delta t + v_{nt} \Delta t + \Delta t \times \Delta t + \frac{1}{2} a_{nt} + \Delta t \Delta t \quad (4)$$

Persamaan  $V_n^t$  adalah suatu versi simulasi dari hukum gerak newton sederhana  $v = u + at$  dimana  $X_n^t$  adalah versi dari hokum newton sederhana lainnya, yaitu  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ .

## **KESIMPULAN**

*Generalized General Motor Model* dapat digunakan untuk menjelaskan interaksi antara dua kapal yang bergerak beriringan dengan beberapa penyesuaian. Kelemahan dalam hal perilaku pengemudi yang tidak realistis ketika jarak antara dua kendaraan besar dan kendaraan yang berjalan pelan akan terseret menjadi lebih cepat bila kendaraan di depan bergerak dengan kecepatan lebih tinggi dapat diselesaikan dengan membuat rezim berdasarkan persamaan yang diusulkan oleh Sutomo (1992) dengan penyesuaian pada percepatan normal, maksimum dan minimum. Pengaruh kecepatan arus sungai terhadap

percepatan dan kecepatan kapal harus diperhitungkan pengaruhnya dan diusulkan untuk penelitian selanjutnya.

## REFERENSI

- ASCE. 2005. *Ship Channel Design and Operation*. Manuals and Report on Engineering Practice No. 107.
- Frima, A. 2004. Capacity Study for the Rio de la Plata Waterway, Argentina, *Thesis for Magister Degree*. Civil Engineering Ports and Waterways, Technische Universiteit Delf, Belanda.
- Hoogendoorn, Serge P., and Bovy, Piet H.L. 2000. State-of-the-art of Vehicular Traffic Flow Modelling. *Special Issue on Road Traffic Modelling and Control of the Journal of System and Control Engineering*.
- Kesting, Arne., and Treiber, Martin. 2008. Calibrating Car-Following Models using Trajectory Data: Methodological Study. *Journal of the Transportation Research Board*, 2088, 148-156.
- Maryono, Agus. 2003. *Pembangunan Sungai Dampak dan Restorasi Sungai*, Yogyakarta: UGM Press.
- Matthew, Tom V. 2014. *Transportation Systems Engineering*. Bombay, India: IIT
- May, A.D. 1990, *Traffic Flow Fundamental*. New Jersey, U.S.A: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Olstam, J.J., and Tapani, Andreas. 2004. Comparison of Car-Following models. *VTI meddelande 960 A*.
- Panwai, Sakda., and Dia, Hussein. 2005. Development and Evaluation of A Reactive Agent-Based Car Following Model. *ITS Research Laboratory*. Departement of Civil Engineering, The University of Queensland, Brisbane.
- Peng, G., and Sun, D. 2010. A Dynamical Model of Car-Following with the Consideration of the Multiple Information of Preceding. *Physics Letters A, Vol.274, No. 15-16, pp. 1694-1698, 2010*.
- Raharjo, Effendhi Pri. 2013. Pengembangan Model Kapasitas Bagian Jalanan Jalan (Weaving Section) di Jalan Tol. *Doctoral Dissertation*. Rekayasa Transportasi, Institut Teknologi Bandung (unpublished).
- Rahman, M. Md. 2013. Application on Parameter Estimation and Calibration Method for Car Following Models. *Thesis for Magister Degree*. Departement of Civil Engineering, Clemson University.
- Ranjitkar, Prakash., Nakatsuji, Takashi., and Kawamura, Akira. 2005. Car-Following Models: An Experiment Based Benchmarking. *Journal of the Eastern Asia for Transportation Studies, Vol.6, pp. 134:6, 236-245*.
- Soebekti, H.R. 2012. *Intisari Olah Gerak Kapal*. Yogyakarta: deepublish.
- Sutomo, Heru. 1992. Appropriate Saturation Flow At Traffic Signals in Javanese Cities: A Modelling Approach. *Doctoral Dissertation*. Institute for Transportation Studies, The University of Leeds.
- Tuan, V. A. 2011 Making Passenger Inland Waterways A Sustainable Transport Mode in Asia Current Situation and Challenges. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 8, 2011*.

Zhou, W., and Zhang, S. 2003. Analysis of Distance Headways. *Proceeding of the Eastern Society for Transportation Studies, Vol. 4, October, 2003*

# KAJIAN TENTANG CLEARANCE DAN KECEPATAN KENDARAAN YANG MELAJU DI JALAN TOL (STUDI KASUS JALAN TOL LINGKAR LUAR JAKARTA)

**Ismo Kusmaryono**

Program Studi Teknik Sipil-FTSP  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa  
Jakarta 12620  
[e-mail: ikusmaryono@gmail.com](mailto:ikusmaryono@gmail.com)

## Abstract

One of the problems cause road accidents is fault of clearance and speed. Research aimed at observing and analyzing the clearance and speed of vehicles on the highway. As a case study is a toll road in Jakarta Outer Ring Road KM 44 represent a flat road and KM 27 +700 represents downhill slope . The methodology used is the field observations and data analysis are presented with descriptive statistics and correlation analysis . The results showed that in *there are no appropriate clearance safe distance by stopping sight distance* according to Highway Geometric Planning Standard for Toll Road and there is a speed exceeding the permitted speed limit as much as 51.6% on flat roads and on roads decreased by 18.8%. Another finding is the speed of the clearance from the exponential relationship  $y = 9.057^{e^{0.020x}}$  on a flat road location and establish a linear relationship on the way down with the equation  $y = 0.620x - 1,941$ . *No appropriate clearance safe distance and speed that exceeds the permitted speed limit causing safety aspects on a toll road unfulfilled.* Recommendations based on the research is the need for speed control and dissemination of the determination of the distance between the vehicle and driving speed in order to fulfill aspects of traffic safety.

**Keyword:** Clearance, Stop Sight Distance, Speed

## Abstrak

Salah satu permasalahan yang dapat menimbulkan kecelakaan dalam berlalu lintas adalah kesalahan memperhitungkan jarak antar kendaraan (clearance) dan kecepatan kendaraan. Penelitian bertujuan mengamati dan menganalisa clearance serta kecepatan kendaraan di jalan tol. Sebagai studi kasus adalah jalan tol Lingkar Luar Jakarta pada KM 44 mewakili jalan datar dan KM 27+700 mewakili jalan dengan kelandaian menurun. Metodologi yang digunakan adalah pengamatan di lapangan dan analisis data yang disajikan dengan statistic descriptive dan analisis korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di ruas jalan tol ini terdapat clearance di jalan yang tidak memenuhi jarak aman berdasarkan jarak pandang henti menurut Standar Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol dan terdapat kecepatan melebihi batas kecepatan yang diijinkan sebanyak 51,6% pada jalan datar dan pada jalan menurun sebanyak 18,8%. Kecepatan dengan clearance membentuk hubungan eksponensial  $y = 9,057^{e^{0,020x}}$  pada lokasi jalan datar dan membentuk hubungan linier pada jalan menurun dengan persamaan  $y = 0,620x - 1,941$ . Clearance yang tidak memenuhi jarak aman dan kecepatan yang melebihi batas kecepatan yang diijinkan menyebabkan aspek keselamatan berkendara di jalan tol menjadi tidak terpenuhi. Perlu adanya pengendalian kecepatan dan sosialisasi tentang penentuan jarak antar kendaraan dan kecepatan dalam mengemudi agar terpenuhinya aspek keselamatan berlalu lintas.

**Kata Kunci :** Clearance, Jarak Pandang Henti, Kecepatan

## LATAR BELAKANG

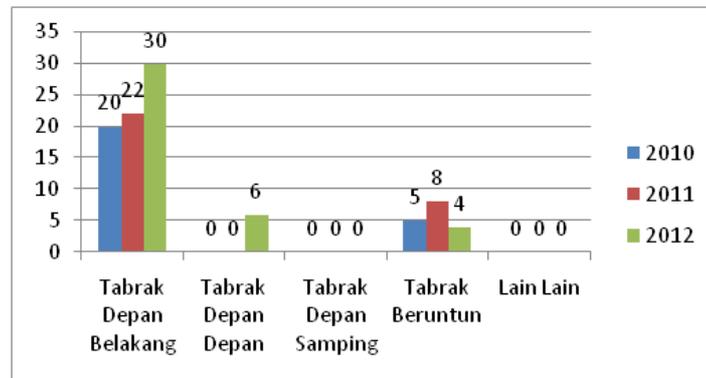
Kecelakaan lalu lintas adalah sebuah peristiwa di jalan yang terjadi tanpa disengaja dengan melibatkan paling sedikit satu kendaraan dan dapat menyebabkan kerugian materi, bahkan korban jiwa. Ketidaksengajaan atau kelalaian yang menyebabkan terjadinya kecelakaan ini dapat disebabkan oleh bermacam-macam faktor, mulai dari kelalaian atau ketidakpatuhan pengemudi dan pengguna jalan lainnya, kondisi jalan yang tidak memadai, kondisi kendaraan yang kurang baik, bahkan kondisi lingkungan yang kurang mendukung.

Berdasarkan beberapa data kecelakaan lalu lintas di Indonesia menunjukkan bahwa faktor manusia dalam hal ini pengemudi merupakan faktor utama yang menyebabkan kecelakaan. Salah satu kesalahan pengemudi dalam berkendara yang dapat mengakibatkan kecelakaan adalah pelanggaran batas kecepatan dan terlalu dekatnya jarak dengan kendaraan di depannya. Banyak pengemudi mengemudikan kendaraannya secara agresif.

Umumnya terjadinya kecelakaan didahului dengan pelanggaran. Berkendara dengan kecepatan tinggi atau *speeding* menyebabkan keparahan pada korban kecelakaan. Risiko kecelakaan meningkat seiring dengan kecepatan kendaraan yang lebih tinggi. Semakin tinggi kecepatan semakin panjang jarak pengereman yang dibutuhkan, kurangnya waktu yang diperlukan untuk memroses dan mengambil keputusan atas informasi yang diperoleh, serta sulitnya mengendalikan kendaraan jika terdapat hambatan di depannya.

Jenis kecelakaan tabrakan depan belakang atau tabrakan beruntun menjadi salah satu bentuk kecelakaan yang memiliki peluang tinggi, khususnya pada jalan satu arah atau jalan terbagi arah. Pada jenis ini, bisa jadi disebabkan oleh tingginya kecepatan dan terlalu dekat kendaraan sehingga ketika kendaraan di depan melakukan maneuver secara tiba-tiba atau berhenti mendadak, pengemudi kendaraan di belakang tidak dapat mengantisipasi kejadian tersebut

Berdasarkan jenis kecelakaan ganda pada ruas jalan tol JORR menunjukkan bahwa dari tahun 2010 sampai tahun 2012 kecelakaan tabrak depan-belakang merupakan jenis kecelakaan ganda tertinggi yang diikuti oleh tabrakan beruntun. Gambar 1. berikut menunjukkan besarnya jumlah kecelakaan ganda berdasarkan posisi terjadinya kecelakaan.



(Sumber: PT. JLI)

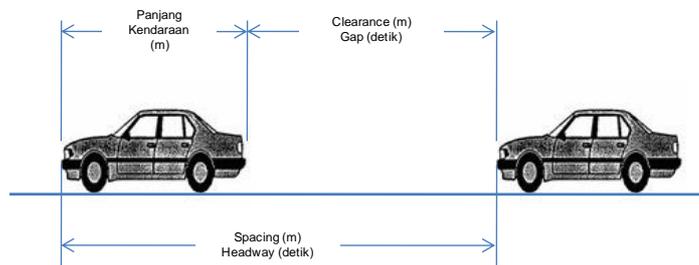
**Gambar 1.** Grafik Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Posisi Kecelakaan

Peluang terjadinya kecelakaan seperti ini berpeluang terjadi di jalan tol maupun jalan non tol. Namun peluang di jalan tol lebih besar karena kecepatannya tinggi. Sementara di jalan non tol kecepatan rendah dan biasanya terjadi antara mobil dan motor.

## LANDASAN TEORI

*Headway* dan *spacing* merupakan dua karakteristik tambahan dari arus lalu lintas. *Spacing* didefinisikan sebagai jarak antara dua kendaraan yang berurutan di dalam suatu aliran lalu lintas yang diukur dari *bumper* depan satu kendaraan ke *bumper* depan kendaraan dibelakangnya. *Headway* adalah waktu antara dua kendaraan yang berurutan ketika melalui sebuah titik pada suatu jalan. Baik *spacing* maupun *headway* berhubungan erat dengan kecepatan, volume dan kepadatan.

*Clearance* dan *Gap* berhubungan dengan *spacing* dan *headway*, dimanaselisih antara *spacing* dan *clearance* adalah panjang rata-rata kendaraan. Demikian pula, selisih antar *headway* dan *gap* adalah ekuivalen waktu dari panjang rata-rata sebuah kendaraan.



**Gambar 2.** Konsep Clearance-Gap dan Spacing-Headway

Jarak pandang henti adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan padalajur jalannya. Rintangan itu dilihat dari tempat duduk pengemudi dengan tinggi mata pengemudi 105 cm serta tinggi benda 15 cm dan setelah menyadari adanya rintangan, maka pengemudi tersebut mengambil keputusan untuk berhenti (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Jarak pandang henti terdiri dari dua elemen jarak, yaitu:

1. Jarak tanggap yaitu adalah jarak yang diperlukan suatu kendaraan sejak pengemudi melihat rintangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
2. Jarak mengerem

**Tabel 1.** Jarak Pandang Henti

Kecepatan (km/jam)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Jarak Tanggap (m)	13.9	20.9	27.8	34.8	41.7	48.7	55.6	62.6	69.5	76.5	83.4	90.4
Jarak Mengerem (m)	4.6	10.3	18.4	28.7	41.3	56.2	73.4	92.9	114.7	138.8	165.2	193.9
Jarak Pandang Henti (m)	18.5	31.2	46.2	63.4	83.0	104.9	129.0	155.5	184.2	215.3	248.6	284.2

Sumber : A policy on Geometric Design of Highways And Streets, (AASHTO , 2001)

## TUJUAN

Tujuan penelitian adalah:

- Mengamati dan menganalisis jarak antar kendaraan (*clearance*) di jalan tol;
- Mengamati dan menganalisis kecepatan kendaraan yang melaju di jalan tol;
- Menganalisa hubungan antara kecepatan dengan *clearance*.

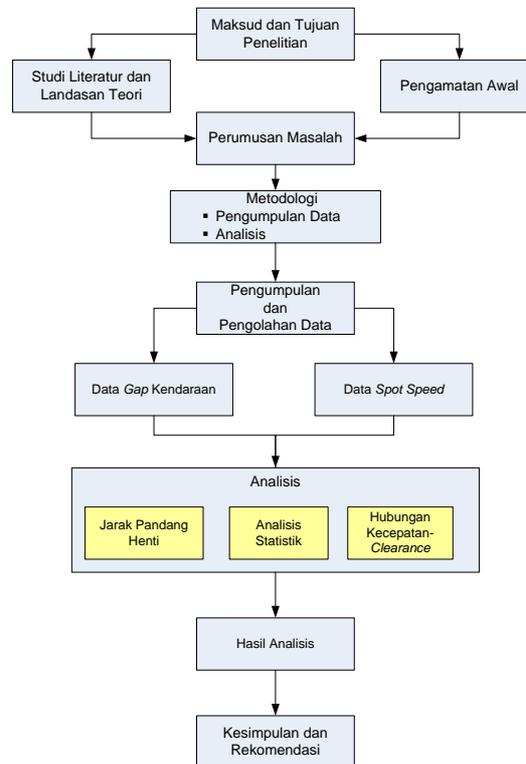
## RUANG LINGKUP

Tinjauan dilakukan di jalan satu arah atau jalan terbagi arah pada lokasi datar dan lokasi yang memiliki kelandaian yang dilalui oleh kendaraan dengan kecepatan tinggi, sehingga untuk jalan dengan kelandaian tinjauan hanya dilakukan pada jalan menurun.

Lokasi penelitian adalah ruas jalan tol lingkaran luar Jakarta (JORR) tepatnya di KM 44 Jatiasih untuk jalan datar dan KM 27+700 untuk lokasi jalan dengan kelandaian menurun.

## METODOLOGI

Metodologi untuk mencapai tujuan di atas disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Metodologi

Data kecepatan dan *gap* kendaraan yang telah terkompilasi dianalisis dengan statistik dengan berbagai kondisi kecepatan kendaraan untuk mendapatkan jarak antar kendaraan (*clearance*) yang sesungguhnya di jalan tol. Dari hasil analisis kecepatan diperoleh kecepatan sebenarnya kendaraan yang melaju di jalan tol. Metode analisis dan penyajian data yang digunakan adalah *statistic descriptive*. Selanjutnya hasil analisis kecepatan dan *clearance* dikaitkan dengan jarak pandang henti menurut AASHTO maupun Bina Marga.

## ANALISIS

### Clearance Terhadap Jarak Pandang

#### *Jalan Datar*

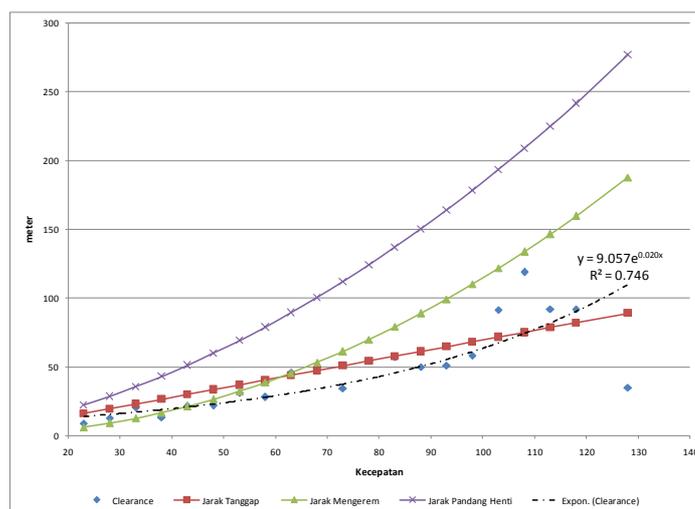
Hasil pengamatan *clearance* pada lokasi survey jalan datar dibandingkan dengan jarak pandang henti yang terdiri dari jarak tanggap dan jarak mengerem disajikan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut terlihat bahwa rata-rata *clearance* untuk setiap kelas kecepatan tidak ada yang memenuhi jarak pandang henti, namun secara parsial terdapat beberapa nilai *clearance* yang memenuhi jarak tanggap atau jarak mengerem saja.

Pada rentang kecepatan 60-70 dan 100-120 rata-rata *clearance* berada di atas jarak tanggap, namun tidak memenuhi jarak mengerem, sebaliknya pada rentang kecepatan 21-35 rata-rata *clearance* memenuhi jarak mengerem namun tidak memenuhi jarak tanggap.

Hasil analisis regresi diperoleh hubungan antara *clearance* dengan kecepatan yang membentuk persamaan  $y = 9,057e^{0,020x}$  dengan parameter:

1. Nilai koefisien korelasi adalah sebesar 0.746. Artinya adalah kecepatan dengan *clearance* memiliki hubungan positif antar dua variable namun tidak kuat ( $R < 1$ );
2. Koefisien determinasi yang telah disesuaikan (*adjusted R*) adalah sebesar 0,733, artinya adalah hanya 73,3% perubahan dari *clearance* yang dipengaruhi oleh kecepatan, sedangkan 26,7% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya;
3. F hitung 55,787 dengan sig 0,000 sedangkan F tabel 4,38, F hitung > F tabel, maka koefisien korelasi adalah signifikan secara statistic;
4. t untuk konstanta 7,469 dan t untuk koefisien kecepatan adalah 4,823 dari tabel didapat  $t = 1,725$  sehingga t hitung > t tabel maka koefisien persamaan regresi adalah signifikan.

Pola hubungan yang dibuat oleh persamaan  $y = 9,057e^{0,020x}$  menunjukkan bahwa sedikit kenaikan kecepatan menimbulkan perubahan yang signifikan pada *clearance*. Pola *clearance* yang ada tidak memenuhi jarak aman (jarak pandang henti), bahkan semuanya tidak memenuhi jarak tanggap. Lebih jelasnya pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



(Sumber: Hasil Analisis)

**Gambar 4.** Hubungan Antara Kecepatan- Clearance Pada Jalan Datar

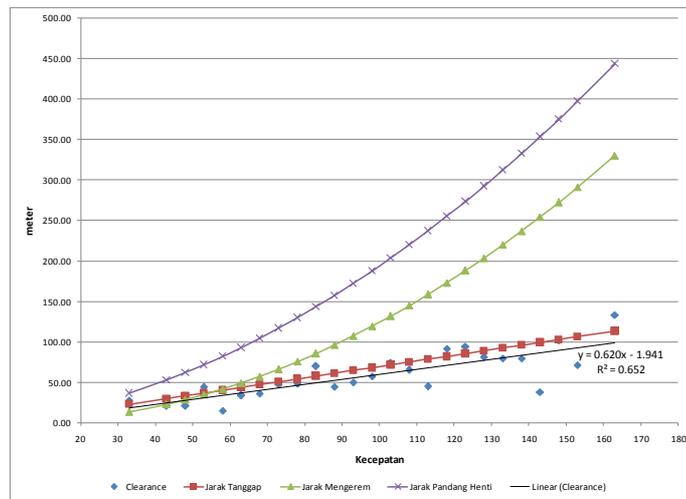
### ***Jalan Menurun***

Dari Gambar 5 terlihat bahwa sebagian besar nilai rata-rata *clearance* berada di bawah jarak tanggap, hanya 8 titik yang menunjukkan berada atau di atas jarak tanggap, yaitu pada rentang kecepatan 31-35, 51-55, 81-85, 101-105, 116-120, 121-125, 146-150 dan 161-165. Selain itu terdapat pula nilai rata-rata *clearance* yang berada di atas jarak tanggap dan jarak mengerem namun tidak memenuhi jarak pandang henti, yaitu pada rentang kecepatan 31-55 dan 51-55.

Hasil analisis regresi menghasilkan hubungan antara *clearance* dengan kecepatan yang membentuk persamaan linear  $y = 0,620x - 1,941$ , dengan parameter:

1. Nilai koefisien korelasi adalah sebesar 0.652. Artinya adalah kecepatan dengan *clearance* memiliki hubungan positif antar dua variable namun tidak kuat ( $R < 1$ );

2. Koefisien determinasi yang telah disesuaikan (*adjusted R*) adalah sebesar 0,632, artinya adalah hanya 63,8% perubahan dari *clearance* yang dipengaruhi oleh kecepatan, sedangkan 36,8% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya;
  3. F hitung 43,132 dengan sig 0,000 sedangkan F tabel 4,28, F hitung > F tabel, maka koefisien korelasi adalah signifikan secara statistik;
  4. *t* untuk konstanta 6,495 dan *t* untuk koefisien kecepatan adalah 5,341 dari tabel didapat *t* = 1,711 sehingga *t* hitung > *t* tabel maka koefisien persamaan regresi adalah signifikan.
- Pola hubungan yang dibuat oleh persamaan  $y = 0,620x - 1,941$  menunjukkan bahwa penambahan kecepatan mengakibatkan sedikit perubahan pada *clearance* secara linier. *Clearance* yang ada tidak memenuhi jarak aman (jarak pandang henti), bahkan semuanya tidak memenuhi jarak tanggap. Lebih jelasnya pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



(Sumber: Hasil Analisis)

**Gambar 5.** Hubungan Antara Kecepatan- Clearance

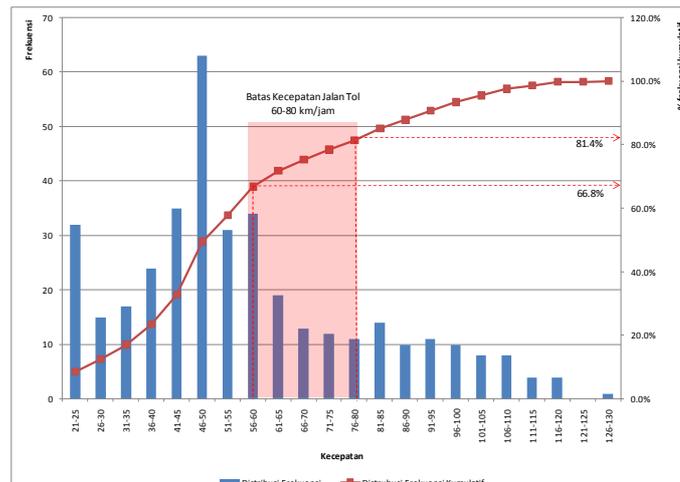
Walaupun antara kecepatan dengan *clearance* pada kedua kondisi jalan di atas memiliki hubungan seperti yang ditunjukkan oleh persamaan regresi, namun secara statistik kecepatan tidak berkorelasi secara penuh terhadap *clearance*, diperlukan adanya variabel lain untuk menunjukkan perubahan atau variasi pada *clearance*.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa di jalan datar maupun jalan menurun pengemudi dalam memacu kendaraannya kurang menjaga jarak antar kendaraan. Jarak *clearance* yang kurang dari jarak pandang henti memungkinkan risiko terjadinya kecelakaan. Hal tersebut terjadi apabila pengemudi lambat bereaksi jika kendaraan di depannya berhenti secara mendadak. Dengan jarak *clearance* yang kurang dari jarak tanggap, maka pengemudi akan lebih tidak sempat bereaksi lagi untuk menghindari apabila kendaraan di depannya berhenti secara tiba-tiba karena jarak tanggap merupakan jarak yang dibutuhkan oleh pengemudi untuk melihat rintangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

### Kecepatan Operasional

Tinjauan berikutnya adalah kecepatan operasional kendaraan di jalan tol. Kecepatan ini diperoleh melalui pengamatan kecepatan sesaat (*spot speed*).

Secara grafis distribusi frekuensi kecepatan dan distribusi frekuensi kumulatif kecepatan pada jalan datar disajikan pada Gambar 6.



(Sumber: Hasil Analisis)

**Gambar 6.** Distribusi Frekuensi dan Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan

Dari gambar grafik tersebut di atas tampak bahwa terdapat tiga kelompok kecepatan, yaitu:

1. Kurang dari batas kecepatan jalan tol (60 km/jam), berjumlah 66,8% dari total pengamatan;
2. Berada dalam koridor batas kecepatan di jalan tol (60-80 km/jam) sebanyak 14,6%;
3. Melebihi batas kecepatan maksimum jalan tol (80 km/jam) sebanyak 18,6%.

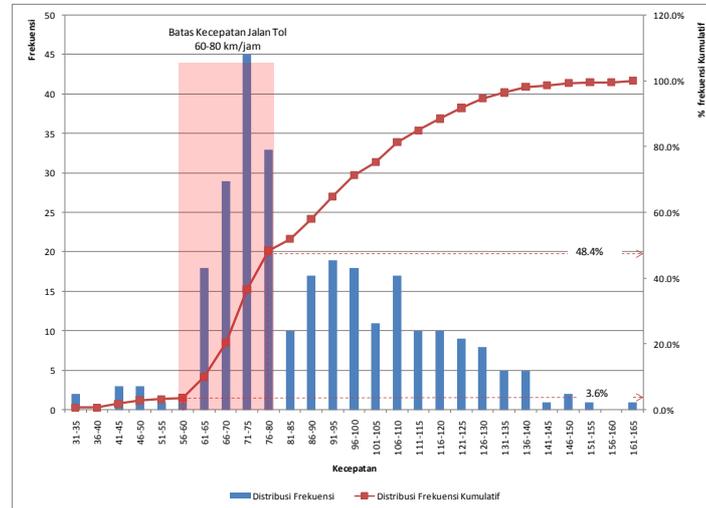
Untuk kecepatan kurang dari batas kecepatan jalan tol tentunya lebih berkaitan dengan kondisi lalu lintas jalan tol yang menyebabkan pengemudi berkendara pada kecepatan tersebut. Namun untuk kecepatan yang melebihi kecepatan maksimum dimana berjumlah 18,6% merupakan pelanggaran batas kecepatan operasional yang telah ditetapkan (80 km/jam) sesuai dengan rambu-rambu yang terpasang.

Berdasarkan kondisi tersebut dapat dilakukan analisis dengan membagi kategori atas dasar batas kecepatan operasi. Batas kecepatan tersebut adalah di bawah 60 km/jam, antara 60 – 80 km/jam dan di atas 80 km/jam. Dengan menggunakan aplikasi *spreadsheet* diperoleh *descriptive statistic* sebagai berikut:

	All	< 60 km/jam	60 < V < 80 km/jam	>80 km/jam
Mean	<b>56.94</b>	<b>43.07</b>	<b>69.33</b>	<b>96.92</b>
Standard Error	1.22	0.70	0.83	1.37
Median	50.78	45.92	68.18	95.75
Mode	49.32	49.32	73.47	83.72
Standard Deviation	23.70	11.12	6.19	11.42
Sample Variance	561.60	123.58	38.33	130.47
Kurtosis	-0.09	-0.88	-1.21	-0.47
Skewness	0.74	-0.47	0.32	0.52
Range	107.21	39.62	19.75	47.28
Minimum	20.79	20.79	60.61	80.72
Maximum	128.00	60.40	80.36	128.00
Sum	21408.69	10810.88	3813.10	6784.71

	All	< 60 km/jam	60 < V < 80 km/jam	>80 km/jam
Count	376.00	251.00	55.00	70.00

Adapun distribusi frekuensi kecepatan dan distribusi frekuensi kumulatif kecepatan pada jalan menurun disajikan pada Gambar 7.



(Sumber: Hasil Analisis)

**Gambar 7.** Distribusi Frekuensi dan Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan

Berdasarkan grafik tersebut di atas tampak bahwa terdapat tiga kelompok kecepatan juga, yaitu:

1. Kurang dari batas kecepatan jalan tol (kurang dari 60 km/jam), berjumlah 3.6% dari total pengamatan;
  2. Berada dalam koridor batas kecepatan di jalan tol (60-80 km/jam) sebanyak 44.8%;
  3. Melebihi batas kecepatan maksimum jalan tol (lebih dari 80 km/jam) sebanyak 51.6%.
- Pada jalan menurun, pengemudi cenderung untuk memacu kendarannya lebih cepat, terbukti dengan besarnya pelanggaran batas kecepatan sebanyak 51,6%. Namun pengemudi yang mengemudi sesuai dengan batas kecepatan di jalan tol juga cukup banyak yaitu sebesar 44,8%.

Untuk analisis statistik kecepatan dengan *aplikasi spreadsheet* diperoleh data sebagai berikut:

	All	< 60 km/jam	60 < V < 80 km/jam	> 80 km/jam
Mean	88.79	44.98	71.72	106.66
Standard Error	1.38	2.54	0.45	1.45
Median	82.19	44.34	72.29	104.65
Mode	87.38	46.00	72.58	87.38
Standard Deviation	23.10	8.03	4.98	17.35
Sample Variance	533.51	64.43	24.76	301.04
Kurtosis	0.00	0.23	-0.81	0.09
Skewness	0.58	0.64	-0.26	0.75
Range	127.88	25.91	19.19	81.44

	All	< 60 km/jam	60 < V < 80 km/jam	> 80 km/jam
Minimum	34.29	34.29	60.81	80.72
Maximum	162.16	60.20	80.00	162.16
Sum	24773.13	449.76	8964.47	15358.90

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

1. Pada jalan datar:
  - a. 53,72% kendaraan memiliki *clearance* yang tidak memenuhi jarak pandang henti;
  - b. 19,41% memenuhi jarak pandang henti;
  - c. 15,43% hanya memenuhi jarak tanggap/jarak mengerem secara parsial;
  - d. 3,99% hanya memenuhi jarak tanggap saja, dan
  - e. 7,45% hanya memenuhi jarak mengerem saja.
2. Pada jalan dengan kelandaian:
  - a. 62,72% kendaraan memiliki *clearance* yang tidak memenuhi jarak pandang henti;
  - b. 9,68% memenuhi jarak pandang henti;
  - c. 12,9% hanya memenuhi jarak tanggap/jarak mengerem secara parsial;
  - d. 13,62% memenuhi jarak tanggap dan;
  - e. 1,08% hanya memenuhi jarak mengerem saja.
3. Pada jalan datar, kecepatan-*clearance* membentuk hubungan non linear “eksponensial” dengan persamaan  $y = 9,057^{e^{0,020x}}$  dengan  $R^2 = 0,746$ 
  - a. Koefisien korelasi sebesar 0.746 menunjukkan kecepatan dengan eksisting *clearance* memiliki hubungan positif antar dua variable namun tidak terlalu kuat ( $R < 1$ );
  - b. Koefisien determinasi (*adjusted R*) sebesar 0,733, artinya hanya 73,3% perubahan dari eksisting *clearance* yang dipengaruhi oleh kecepatan, sedangkan 26,7% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya;
  - c. Dari uji F, F hitung > F tabel, maka koefisien korelasi adalah signifikan secara statistik;
  - d. Dari uji t hitung > t tabel maka koefisien persamaan regresi adalah signifikan
4. Berdasarkan trend yang dibuat oleh persamaan  $y = 9,057^{e^{0,020x}}$  menunjukkan bahwa seluruh *clearance* yang ada pada jalan datar tidak memenuhi jarak aman (jarak pandang henti), bahkan sebagian besar tidak memenuhi jarak tanggap.
5. Pada jalan menurun, kecepatan-*clearance* membentuk hubungan linear dengan persamaan  $y = 0,620x - 1,941$  dengan  $R^2 = 0,652$ 
  - a. Koefisien korelasi sebesar 0.652 menunjukkan kecepatan dengan eksisting *clearance* memiliki hubungan positif antar dua variable namun tidak terlalu kuat ( $R < 1$ );
  - b. Koefisien determinasi (*adjusted R*) sebesar 0,632, artinya hanya 63,2% perubahan dari eksisting *clearance* yang dipengaruhi oleh kecepatan, sedangkan 36,8% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya;
  - c. Dari uji F, F hitung > F tabel, maka koefisien korelasi adalah signifikan secara statistik;
  - d. Dari uji t hitung > t tabel maka koefisien persamaan regresi adalah signifikan
6. Berdasarkan trend yang dibuat oleh persamaan  $y = 0,620x - 1,941$  menunjukkan bahwa seluruh *clearance* yang ada pada jalan menurun tidak memenuhi jarak aman (jarak pandang henti), bahkan semuanya tidak memenuhi jarak tanggap.

7. Dari koefisien korelasi dua persamaan diperoleh bahwa kecepatan tidak berkorelasi secara penuh terhadap eksisting *clearance*, diperlukan adanya variabel lain untuk menunjukkan perubahan atau variasi pada *clearance*.
8. Hasil survey kecepatan sesaat (*spot speed*) menunjukkan bahwa dari pengamatan yang dilakukan pada jalan datar, dari 376 data sebanyak 51,6% melebihi batas kecepatan yang diijinkan, sedangkan pada jalan menurun dari 276 data sebanyak 18,8% melebihi batas kecepatan yang diijinkan.
9. Pola *clearance* pada lokasi studi tidak memenuhi jarak aman dan kecepatan operasional melebihi batas kecepatan yang diijinkan menyebabkan aspek keselamatan berkendara di jalan tol tidak terpenuhi.

### **Rekomendasi**

1. Perlu adanya kontrol terhadap kecepatan operasional kendaraan untuk mengurangi atau mencegah risiko terjadinya kecelakaan.
2. Sosialisasi terhadap masyarakat/pengemudi tentang pentingnya menjaga jarak dalam berkendara terhadap kendaraan di depannya.
3. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap topik sejenis pada lokasi berbeda untuk mendapatkan gambaran pada berbagai keadaan.
4. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai jarak pandang henti dengan mempertimbangkan kemajuan teknologi kendaraan
5. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik dibutuhkan data yang lebih banyak daripada sampel yang dibutuhkan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- \_\_\_\_\_ 2009, Undang-undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Tahun No 22 Tahun 2009, Visimedia, Jakarta
- \_\_\_\_\_ 2001, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, Amerika
- Boediono, dan Wayan Koster, 2002, Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas, Penerbit PT. Remaja Rosdakarya, Bandung
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 2009, Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol, Jakarta
- Jotin Khisty, C., dan Kent Lall, B, 2005, Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Purbayu Budi S., dan Ashari, 2005, Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS, Penerbit Andi, Yogyakarta

## SIMULASI ANTRIAN KENDARAAN PADA U-TURN DAN DAMPAK TERHADAP KINERJA JALAN PERKOTAAN

**Muhammad Hadid**  
Student  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Civil Engineering and  
Planning  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5994251  
[el\\_hadid@outlook.com](mailto:el_hadid@outlook.com);

**Hera Widyastuti**  
Lecturer  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Civil Engineering and  
Planning  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5994251  
[h\\_w\\_dyas2004@yahoo.co.uk](mailto:h_w_dyas2004@yahoo.co.uk);

**Wahju Herijanto**  
Lecturer  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Civil Engineering and  
Planning  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember  
Jln. Raya ITS, Kampus ITS,  
Surabaya, 60111  
Telp: (031) 5994251  
[Wahju.Herijanto@gmail.com](mailto:Wahju.Herijanto@gmail.com)

### Abstract

The queue that occurs at U-turn is affecting its performance decreases of urban road performance. The maximum length of queue on Dr.Ir.H.Soekarno Street, Surabaya which is 102 meters decreases its performance. The Simulation is based on Poisson distribution using the arrival rate ( $\lambda$ ). The time that used to turn is using formulation of cumulative frequency distribution of the time to turn. The result of the simulation was corrected by correction factor that add it to the turn time. The result of the simulation is length of the queue that is used on the analysis of road performance. The result of analysis is the maximum length of queue is 102 meter with the correction factor is 0.9 second. The capacity of weaving  $C$  is decreases from 3960 pcu/h to 3858 pcu/h and the decrease of V/C ration from 0.77 to 0.79 is caused by the length of the queue. In order to reduce the effect of queue is by expand the road width from 8 meter to 11.5 meter. In this condition, the capacity could increase from 3496 pcu/h into 5113 pcu/h and V/C ratio from 0.88 into 0.60.

**Keywords:** *Queue, Simulation, U-turn, Weaving, Performance*

### Abstrak

Antrian yang terjadi pada fasilitas *U-turn* pada jalan perkotaan mengakibatkan penurunan kinerja ruas jalan. Pada *U-turn* yang terdapat pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Surabaya panjang antrian maksimum adalah 102 meter dan mengganggu kinerja jalinan jalan. Simulasi yang dilakukan berdasarkan pada Distribusi Poisson dan angka acak dengan menggunakan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ). Untuk waktu memutar digunakan perumusan yang diperoleh dari distribusi frekuensi komulatif waktu memutar. Untuk koreksi terhadap hasil digunakan angka koefisien yang ditambahkan pada waktu memutar sebagai waktu reaksi. Hasil simulasi adalah panjang antrian yang digunakan pada analisis kinerja jalan. Dari hasil analisis didapatkan panjang antrian maksimum hasil simulasi 102 meter dengan faktor koreksi 0.90 detik. Penurunan Kapasitas jalinan  $C$  dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam dan penurunan V/C rasio 0.77 menjadi 0.79 akibat antrian. Dengan menambah lebar badan jalan dari 8 meter menjadi 11.5 meter didapatkan peningkatan kapasitas dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60.

**Kata Kunci:** *Antrian, Simulasi, U-turn, Jalinan, Kinerja*

## PENDAHULUAN

Untuk mengatur lalu lintas dibangun fasilitas-fasilitas pada jalan raya seperti Putaran U (*U-turn*). Putaran U merupakan fasilitas jalan yang berfungsi untuk perpindahan arah kendaraan. Putaran U sendiri untuk jalan terbagi hanya menggunakan marka, sedangkan untuk jalan terbagi digunakan ruang yang disediakan ruang atau bukaan dan tapper untuk maneuver tersebut. *U-Turn* untuk jalan terbagi menjadi *U-Turn* terlindung dan *U-Turn* tak terlindung. Pada *U-turn* dengan arus kendaraan memutar yang tinggi perlu digunakan lajur perlambatan untuk memisahkan arus kendaraan yang memutar agar tidak mengganggu arus

kendaraan lainnya. Lajur perlambatan juga berfungsi sebagai tempat antri kendaraan yang akan melakukan manuver berputar.

Antrian kendaraan yang terjadi pada *U-turn* dengan arus kendaraan memutar yang besar akan mengganggu arus kendaraan lain. Apabila terjadi pada *U-turn* dengan lebar lajur perlambatan yang kecil, maka antrian akan mengurangi lebar badan jalan dan kapasitas serta kinerja jalan khususnya jalanan jalan. Dengan melihat permasalahan yang terjadi, maka diangkatlah penelitian ini yang membahas tentang simulasi antrian dan dampaknya terhadap kinerja jalan perkotaan khususnya pada jalanan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh antrian terhadap kinerja dan kapasitas jalan perkotaan. Diharapkan prosedur simulasi antrian ini dapat bermanfaat dalam rekayasa lalu lintas.

Lokasi pengamatan adalah *U-turn* pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno, Surabaya. Lokasi sekitar *U-turn* merupakan lingkungan perumahan, tetapi sedikit akses masuk ke jalan utama. Hambatan samping pada Jalan Dr.Ir.H.Soekarno termasuk rendah karena sedikitnya akses masuk menuju jalan dan sedikitnya pengguna kendaraan tidak bermotor dengan rasio kendaraan tidak bermotor 0.009. Lokasi pengamatan *U-turn* ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



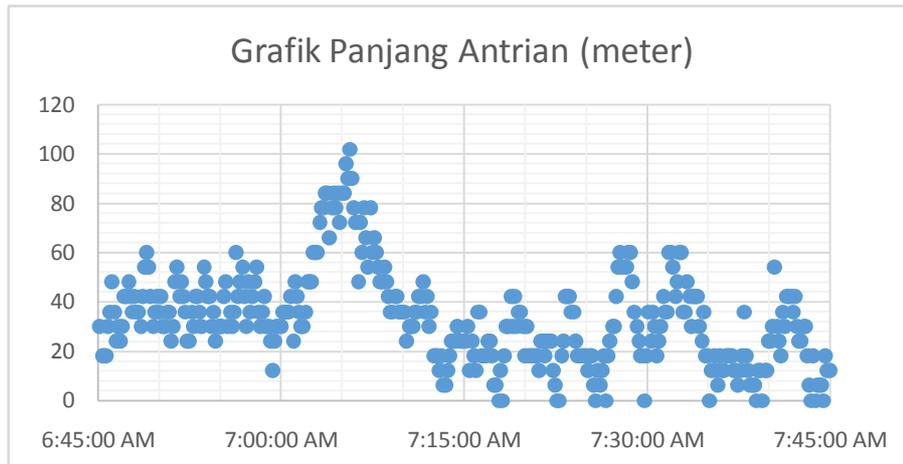
Gambar 1 Lokasi Pengamatan *U-turn*

## PEMBAHASAN

### Data

Data yang digunakan pada simulasi ini diantaranya adalah data lalu lintas, data antrian kendaraan, dan data waktu pelayanan kendaraan. Data lalu lintas digunakan untuk mendapatkan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ). Berdasarkan hasil survei yang dilakukan didapatkan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) *U-turn* adalah 726 kendaraan/jam. Tingkat kedatangan ini pada simulasi akan diubah menjadi menjadi kendaraan per detik.

Data panjang antrian didapatkan dengan melakukan perhitungan langsung tiap 10 detik. Dari survei didapatkan grafik panjang antrian yang ditunjukkan oleh Gambar 1 berikut



**Gambar 2** Grafik Panjang Antrian

Dari Gambar 1 didapatkan panjang antrian maksimum adalah 102 meter. Apabila asumsi panjang mobil pribadi adalah 6 meter, maka jumlah antrian maksimum yang terjadi adalah 17 kendaraan.

### Simulasi Antrian

Simulasi antrian menggunakan Distribusi Poisson dengan menggunakan tingkat kedatangan dan angka acak. Persamaan Poisson (Law & Kelton, 1991) ditunjukkan pada persamaan [1] berikut:

$$t_i = t_{i-1} - \left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \quad (1)$$

Dimana :

- $t_i$  : waktu kedatangan kendaraan ke-(i)
- $t_{i-1}$  : waktu kedatangan kendaraan ke-(i-1)
- $\lambda$  : Angka Poisson
- $U$  : Angka Acak (0,1)

Analisis antrian dilakukan dengan melakukan simulasi berdasarkan persamaan Distribusi Poisson. Simulasi dilakukan dengan menggunakan angka random. Angka random yang digunakan pada simulasi antrian ini memiliki 2 (fungsi) yakni:

1. Sebagai waktu kedatangan
2. Sebagai pemilihan lajur
3. Sebagai waktu kendaraan berputar (waktu layanan  $U$ -turn)

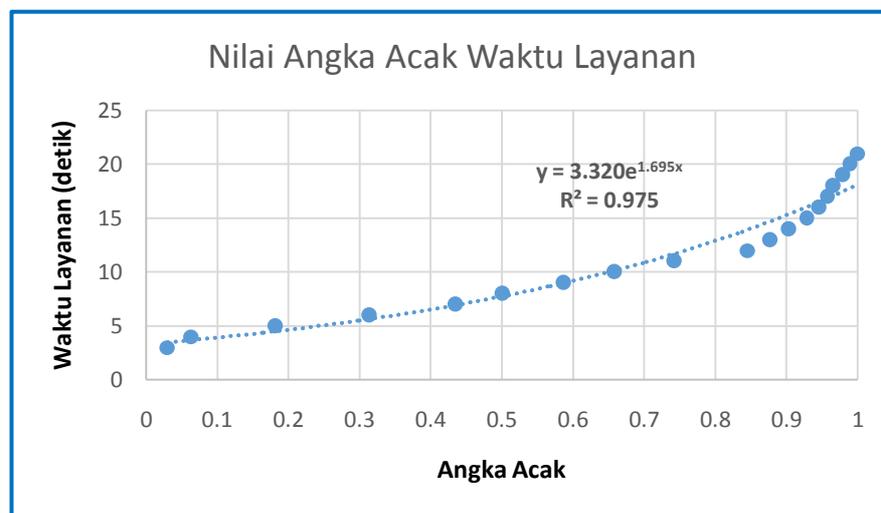
Hal pertama sebelum melakukan simulasi antrian adalah dengan menentukan waktu pelayanan yang mewakili setiap angka acak yang muncul. Nilai ini didapatkan dari distribusi frekuensi kumulatif waktu pelayanan pada  $U$ -turn. Distribusi frekuensi kumulatif waktu pelayanan  $U$ -turn ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut:

**Tabel 1** Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan  $U$ -turn

ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio	ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio
3	25	25	0.031210986	13	28	708	0.883895131
4	31	56	0.069912609	14	21	729	0.91011236
5	93	149	0.186017478	15	19	748	0.933832709

ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio	ST (detik)	Frek	Frek. Kom	Ratio
6	108	257	0.320848939	16	14	762	0.951310861
7	92	349	0.435705368	17	8	770	0.961298377
8	58	407	0.508114856	18	6	776	0.968789014
9	70	477	0.595505618	19	10	786	0.981273408
10	61	538	0.671660424	20	7	793	0.990012484
11	65	603	0.752808989	21	8	801	1
12	77	680	0.848938826				

Nilai dari rasio ini kemudian diplot pada grafik sehingga didapatkan persamaan untuk nilai waktu pelayanan yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3** Nilai Angka Acak untuk Waktu Pelayanan *U-turn*

Dari Gambar 3 didapatkan persamaan untuk mendapatkan waktu pelayanan (detik) berdasarkan angka acak yang di-generate untuk *U-turn* ditunjukkan oleh persamaan [2] berikut:

$$y = 3.3202 \times e^{1.6958(x)} \quad (2)$$

Dimana:

$y$  : Waktu Pelayanan *U-turn* (detik)

$x$  : Angka acak

$e$  : Angka eksponensial

Untuk mendapatkan simulasi antrian, perlu dilakukan simulasi kedatangan kendaraan dan pemilihan lajur. Kedatangan kendaraan dihitung berdasarkan tingkat kedatangan. Dengan menggunakan Persamaan Poisson [1], dilakukan simulasi interfal kedatangan kendaraan dengan berdasarkan generate angka acak. Berdasarkan persamaan Poisson [1], Interfal kedatangan didapatkan dengan persamaan [3] berikut:

$$I = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \quad (3)$$

Dimana

- I : Interval kedatangan (detik)
- $\lambda$  : Tingkat kedatangan (kendaraan/detik)
- U : Angka Acak (Random Number)

Interval kedatangan diperoleh dengan menggunakan persamaan [3] berdasarkan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) dan angka acak yang muncul (RN). Tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) adalah 726 kendaraan per jam yang senilai dengan ( $\lambda$ ) 0.20167 kendaraan per detik. Berikut adalah perhitungan untuk Interval kedatangan dan waktu kedatangan dengan menggunakan persamaan [3].

$$I = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln(U) \tag{4}$$

$$I = -\left(\frac{1}{0.20167}\right) \times \ln(0.186739042) \rightarrow \text{kendaraan ke-1} \tag{5}$$

$$I = 8.32087 \text{ s} \tag{6}$$

Sehingga waktu kedatangan untuk kendaraan ke-1 adalah:

$$I = 0.0000 + 8.32087 \text{ s} \tag{7}$$

$$I = 8.32087 \text{ s} \tag{8}$$

Dengan menggunakan angka acak antara 1 dan 2 didapatkan lajur yang digunakan untuk kendaraan 1 adalah lajur 1. Perhitungan waktu kedatangan kendaraan dan pemilihan lajur dilakukan hingga kendaraan ke-726. Kutipan perhitungan waktu kedatangan dan pemilihan lajur ditunjukkan oleh Tabel 2 berikut:

**Tabel 2** Perhitungan Waktu Kedatangan Kendaraan dan Pemilihan Lajur

Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur	Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur
	0	0.186739042	8.320875044		715	3538.909834	0.771299637	1.287661221	1
1	8.320875044	0.167157188	8.87018512	1	716	3540.197496	0.469607766	3.748053585	1
2	17.19106016	0.298449546	5.995806876	1	717	3543.945549	0.942208876	0.295181613	1
3	23.18686704	0.688564479	1.850312303	2	718	3544.240731	0.543417054	3.024189412	2
4	25.03717934	0.072610815	13.00483341	1	719	3547.26492	0.985179991	0.07403763	1
5	38.04201275	0.866820913	0.708708511	2	720	3547.338958	0.397985816	4.568622702	1
6	38.75072127	0.409549666	4.42659718	2	721	3551.907581	0.658175273	2.074135588	2
7	43.17731844	0.099867496	11.42435213	2	722	3553.981716	0.678126712	1.92605513	2
8	54.60167058	0.419739443	4.304732893	1	723	3555.907771	0.008376374	23.71408327	1
9	58.906403	0.0887493	12.009617	1	724	3579.6218	0.6773902	1.9314433	2

Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur	Kend ke	Waktu Kedatangan	RN Kedatangan	Interval Kedatangan	RN Jalur
	47	11	95			55	4	7	
10	70.91602142	0.631773253	2.277147406	2	725	3581.553298	0.051388548	14.71904096	2
Seterusnya					726	3596.272339	0.522167802	3.221981571	1

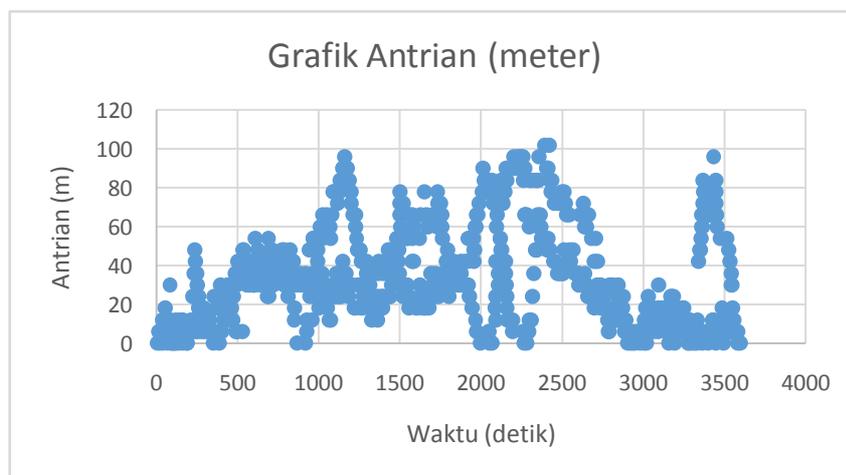
Setelah didapatkan waktu kedatangan kendaraan dan lajur yang digunakan, dilakukan perhitungan waktu layanan dan perhitungan antrian. Perhitungan waktu memutar berdasarkan persamaan [2] yang telah didapatkan sebelumnya dengan memasukkan angka acak. Perhitungan dilakukan sebanyak 726 kali sama dengan tingkat kedatangan kendaraan ( $\lambda$ ) yakni 726 kendaraan/jam. Untuk faktor koreksi ditambahkan pada waktu layanan untuk kendaraan yang antri. Kutipan perhitungan waktu layanan untuk lajur 1 dan lajur 2 dengan faktor koreksi 0.9 detik ditunjukkan oleh Tabel 3 berikut:

**Tabel 3** Perhitungan Waktu Memutar Kendaraan dengan Faktor Koreksi 0.9 detik

Kend ke	Lajur 1	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)	Lajur 2	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)
1	8.32	8.32	0.03	3.48	11.80	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
2	17.19	17.1911	0.87	14.45	31.64	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
3	0.00	0.0000	0.14	0.00	0.00	23.19	23.19	0.33	5.85	29.03
4	25.04	32.5374	0.48	7.53	40.06	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
5	0.00	0.0000	0.19	0.00	0.00	38.04	38.04	0.49	7.66	45.70
6	0.00	0.0000	0.83	0.00	0.00	38.75	46.60	0.28	5.31	51.91
7	0.00	0.0000	0.60	0.00	0.00	43.18	52.81	0.55	8.43	61.23
8	54.60	54.6017	0.33	5.83	60.44	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
9	58.91	61.3354	0.39	6.40	67.74	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00
10	0.00	0.0000	0.46	0.00	0.00	70.92	70.92	0.47	7.39	78.30
<i>Seterusnya</i>										
716	3540.20	3643.2758	0.80	12.87	3656.14	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00
717	3543.95	3657.0419	0.27	5.21	3662.26	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
718	0.00	0.0000	0.19	0.00	0.00	3544.24	3553.23	0.39	6.47	3559.70
719	3547.26	3663.1550	0.83	13.62	3676.77	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00
720	3547.34	3677.6734	0.14	4.18	3681.85	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00
721	0.00	0.0000	0.47	0.00	0.00	3551.91	3560.60	0.70	10.86	3571.46
722	0.00	0.0000	0.05	0.00	0.00	3553.9	3572.3	0.49	7.57	3579.9

Kend ke	Lajur 1	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)	Lajur 2	Waktu Awal memutar (detik)	Random Waktu	Waktu Layanan (detik)	Waktu Akhir Memutar (detik)
						8	6			3
723	3555.91	3682.7485	0.35	6.00	3688.75	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
724	0.00	0.0000	0.81	0.00	0.00	3579.62	3580.83	0.10	3.91	3584.73
725	0.00	0.0000	0.84	0.00	0.00	3581.55	3585.63	0.11	3.97	3589.61
726	3596.27	3689.6517	0.65	10.02	3699.68	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00

Pada simulasi ini, terjadinya antrian harus memenuhi kondisi dimana waktu kedatangan kendaraan kurang dari waktu akhir memutar (layanan) kendaraan yang berada di depannya. Dari perhitungan berdasarkan kondisi tersebut didapatkan jumlah antrian kendaraan maksimum adalah 17 kendaraan. Dengan asumsi panjang kendaraan mobil pribadi adalah 6 meter maka didapatkan panjang antrian maksimum adalah 102 meter dengan faktor koreksi 0.9 detik. Nilai faktor koreksi 0.9 detik didapatkan dengan cara *try and errors* sampai mende. Grafik antrian pada *U-turn* ditunjukkan oleh Gambar 4.



**Gambar 4** Grafik Antrian dengan faktor koreksi 0.9

Pada grafik antrian Gambar 4 terdapat selisih antrian yang besar antara waktu kedatangan. Hal ini berarti terjadi antrian pada lajur berbeda. Hasil simulasi yang dilakukan antrian maksimum terjadi pada lajur 1 yakni lajur perlambatan dengan panjang antrian 102 meter atau 17 kendaraan.

### Dampak

Perhitungan dampak antrian terhadap kinerja jalinan merujuk pada prosedur perhitungan jalinan tunggal dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisa kinerja jalinan tunggal menurut MKJI 1997 dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yakni:

1. Perhitungan parameter geometrik jalan;
2. Kapasitas;

3. Perilaku lalu lintas.

Untuk mendapatkan dampak dari antrian kendaraan, perhitungan kinerja jalinan tunggal dibagi menjadi 2 jenis perhitungan. Jenis perhitungan jalinan tunggal yang dilakukan adalah perhitungan berdasarkan kondisi atau geometrik asli. Pada perhitungan ini tidak mempertimbangkan panjang antrian dari *U-turn*. Perhitungan lainnya adalah perhitungan yang memperhitungkan panjang antrian kendaraan pada *U-turn*. Dampak dari antrian kendaraan pada *U-turn* pada perhitungan ini adalah berkurangnya panjang jalinan dari jalinan tunggal. Hal ini tampak pada perhitungan parameter geometrik jalan. Perhitungan parameter geometrik jalan untuk jalinan tunggal Jalan Dr. Ir. H. Soekarno ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Perhitungan Parameter Geometrik Jalan

Bagian Jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata We	Lebar Jalinan Ww	We/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw
	Pendekat 1	Pendekat 2					
Kondisi Normal	7	4	5.5	8	0.6875	290	0.03
Kondisi tereduksi	7	4	5.5	8	0.6875	188	0.04

Pada Tabel 4 untuk perhitungan ke-2 panjang jalinan dikurangi panjang antrian kendaraan pada *U-turn*. Akibat dari pengurangan panjang antrian berdampak pada penurunan kapasitas jalinan *C* yang ditunjukkan oleh Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5** Perhitungan Kapasitas

Bagian Jalinan	Faktor- Ww	Faktor- We/Ww	Faktor- Pw	Faktor- Wa	Kapasitas dasar Co	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota FCS	Lingk. Jalan FRS	
Kondisi Normal	2015	2.19	0.96	0.95	4041	1	0.98	3960
Kondisi tereduksi	2015	2.19	0.96	0.93	3937	1	0.98	3858

Dari Perhitungan Kapasitas jalinan tunggal Tabel 5 didapatkan penurunan kapasitas jalinan tunggal *C* dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam atau berkurang sebesar 2.57%. Pengurangan kapasitas jalinan berdampak pula pada penurunan kinerja yang ditandai oleh peningkatan nilai *V/C* rasio atau derajat kejenuhan *DS*. Perhitungan perilaku lalu lintas ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Perilaku Lalu Lintas

Bagian Jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat Kejenuhan DS	Kecepatan Arus bebas Vo= Faktor Pw	Kecepatan tempuh V		Waktu temp. Rata-rata TT det
				Faktor DS	V km/jam	
Kondisi Normal	3064	0.77	39.7	0.74	29.27	35.67
Kondisi Tereduksi	3064	0.79	39.7	0.73	28.84	23.47

Berdasarkan Tabel 6 tentang perilaku lalu lintas didapatkan penurunan kinerja atau V/C rasio dari 0.77 menjadi 0.79. Akan tetapi, untuk waktu tempuh didapatkan peningkatan waktu tempuh dari 35.67 detik menjadi 23.47 detik. Peningkatan waktu tempuh ini karena panjang jalinan menjadi lebih pendek.

### Solusi

Solusi untuk mengurangi dampak dari antrian kendaraan pada U-turn adalah dengan melakukan penambahan lajur. Lebar badan jalan yang semula adalah 8 meter dilebarkan menjadi 11.5 meter. Pelebaran dimaksudkan untuk memberi ruang kendaraan menjalin sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja jalinan tunggal. Perhitungan parameter geometrik jalinan tunggal untuk kondisi solusi ditunjukkan pada Tabel 7 berikut

**Tabel 7** Perhitungan Parameter Geometrik Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata We	Lebar Jalinan Ww	We/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw
	Pendekat 1	Pendekat 2					
Kondisi Alternatif	7	4	5.5	11.5	0.4783	188	0.06

Perhitungan kapasitas dan kinerja untuk jalinan tunggal berdasarkan MKJI 1997 untuk jalinan tunggal ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9 berikut

**Tabel 8** Perhitungan Kapasitas Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Faktor -Ww	Faktor-We/Ww	Faktor -Pw	Faktor -Wa	Kapasitas dasar Co	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota FCS	Lingk. Jalan FRS	
Kondisi Alternatif	3230	1.80	1.00	0.90	5217	1	0.98	5113

**Tabel 9** Perilaku Lalu lintas Kondisi Alternatif

Bagian Jalinan	Arus bagian jalinan Q smp/jam	Derajat Kejenuhan DS	Kecepatan Arus bebas Vo= Faktor Pw	Kecepatan tempuh V		Waktu temp. Rata-rata TT det
				Faktor DS	V km/jam	
Kondisi Alternatif	3067	0.60	32.6	0.82	29.59	25.45

Dari Tabel 8 dan Tabel 9 dengan menambah lebar badan jalan didapatkan peningkatan kinerja dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam atau naik 46% dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60 atau naik 32% dari kinerja sebelumnya dengan mempertimbangkan panjang antrian kendaraan pada U-turn.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari pembahasan di atas didapatkan hasil simulasi antrian U-turn yakni panjang antrian maksimum U-turn adalah 102 meter dengan faktor koreksi 0.9 detik. Akibat panjang antrian hasil simulasi terjadi penurunan kapasitas jalanan tunggal dari 3960 smp/jam menjadi 3858 smp/jam. Akibat penurunan kapasitas berakibat pada penurunannya kinerja jalanan tunggal yang ditandai oleh nilai V/C rasio dari 0.77 menjadi 0.79. Untuk mengurangi dampak dari antrian kendaraan pada U-turn dilakukan pelebaran badan jalan dari 8 meter menjadi 11.3 meter dan diperoleh peningkatan kapasitas jalanan tunggal dari 3496 smp/jam menjadi 5113 smp/jam dan nilai V/C rasio dari 0.88 menjadi 0.60.

Sebagai saran untuk mendapatkan akurasi yang tinggi pada simulasi diperlukan asumsi-asumsi sebagai parameter simulasi. Pada penelitian ini penurunan kapasitas dan kinerja tidak menunjukkan penurunan yang signifikan karena panjang jalanan relatif panjang yakni 290 meter. Penurunan kapasitas dan kinerja jalanan akan signifikan bila diterapkan pada jalan dengan panjang jalanan relatif lebih pendek atau dibawah 150 meter dengan panjang antrian yang mencapai setengah dari panjang jalanan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Law, A. M; Kelton, W. D. 1991. *Simulation Modeling & Analysis* (2<sup>nd</sup> ed.). USA: McGraw-Hill, Inc.
- DJBM. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota.

## **ACTION SPACE PELAKU PERJALANAN PENGGUNA SEPEDA MOTOR**

**Lukita Adinegoro**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung  
Phone: 087722046476  
Email: [lukitaadinegoro@gmail.com](mailto:lukitaadinegoro@gmail.com)

**Tri Basuki Joewono**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung  
P: 022-2033691; F: 022-2033692  
Email: [vftribas@unpar.ac.id](mailto:vftribas@unpar.ac.id)

### **Abstract**

Action space refers to a group of locations that an individual visits a limited space and time. The aim of this study is to describe the characteristics and pattern of the space action among travelers who uses motorcycle. The analysis showed that most of the respondents have an activity as much as 11-20 events per day, where higher average appears on Sunday. Most of respondents have travel distances as much as 20 to 29.9 km. The pattern of action space are found as ellipses as much as 87 %. Most of respondents have an area of travel wide as much as 10-19.9 km<sup>2</sup>, where distance of the center of activities from home ranges from one to five kilometers.

**Keywords:** Action Space, Activity Based Travel, Trip Chain, Travel Behaviour

### **Abstrak**

Action space mengacu pada kelompok lokasi-lokasi yang dikunjungi seorang individu dalam batas ruang dan waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan karakteristik action space dan menganalisis pola yang dibentuk dari para pengguna perjalanan yang menggunakan sepeda motor. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki jumlah kegiatan sebanyak 11-20 kegiatan perhari, dengan jumlah yang lebih banyak pada hari Minggu. Sebagian besar responden memiliki jarak perjalanan sebesar 20-29,9 km. Pola action space yang dibentuk adalah elips dengan proporsi sebanyak 87%. Sebagian besar responden memiliki luas area perjalanan sebesar 10-19,9 km<sup>2</sup>, dimana jarak lokasi pusat kegiatan dengan lokasi rumah responden paling banyak berada pada rentang satu hingga lima kilometer.

**Kata Kunci:** Ruang Kegiatan, Perjalanan Berbasis Kegiatan, Rantai Perjalanan, Perilaku Perjalanan.

## **PENDAHULUAN**

Perjalanan didefinisikan sebagai setiap kegiatan bepergian dari satu lokasi ke lokasi yang lain dengan menggunakan moda transportasi apa pun (McGuckin, 2004). Perjalanan sehari-hari yang paling umum untuk pekerja dan mahasiswa adalah perjalanan ke tempat kerja dan ke kampus (Doyle, 1998). Seorang individu biasanya melakukan perjalanan karena ambil bagian dalam suatu kegiatan di lokasi tertentu (Susilo, 2013). Stopher et al. (1996) membagi kegiatan menjadi tiga kategori, yaitu kegiatan *mandatory*, kegiatan *flexible*, dan kegiatan *optional*. Walaupun demikian, seseorang bisa melakukan beberapa macam kegiatan selama satu hari (Fujii, 2010). Beberapa kegiatan yang dilakukan seseorang dalam batas ruang dan waktu akan membentuk suatu rantai yang disebut rantai perjalanan (Srinivasan, 1998). Strathman dan Dueker (1995) mengklasifikasi rantai perjalanan menjadi dua kelompok utama, yaitu rantai sederhana dan rantai kompleks.

Kemampuan seseorang untuk melakukan perjalanan dalam ruang dan waktu bergantung pada sumber daya yang tersedia bagi mereka, misalnya waktu, uang, dan ketersediaan kendaraan (Susilo dan Dijst, 2010). Faktor-faktor ini mempengaruhi seseorang dalam menentukan tempat yang dikunjungi untuk melakukan kegiatan dalam jangka waktu tertentu. Kelompok lokasi-lokasi yang dikunjungi seorang individu disebut sebagai *action space* (Susilo dan Kitamura, 2005). *Action space* mengacu pada satu set lokasi yang benar-benar dikunjungi oleh seseorang. Dalam beberapa studi, misalnya Fujii et al., (1999) atau

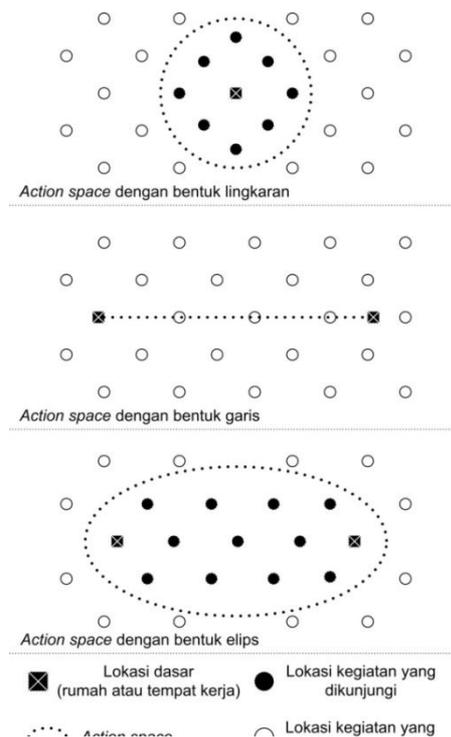
Schonfelder dan Axhausen (2002, 2003), *action space* didefinisikan sebagai satu set lokasi atau wilayah geografis yang berpotensi untuk dikunjungi. Susilo (2013) mengatakan bahwa meneliti karakteristik *action space* sangat penting untuk beberapa alasan, yaitu untuk menunjukkan kemampuan dan fleksibilitas seseorang dalam melakukan kegiatan sehari-hari, untuk menunjukkan perbedaan dalam pilihan spasial dan mobilitas antar orang, berfungsi sebagai pendekatan terhadap evaluasi kualitas hidup, mengungkapkan struktur sosial dengan cara menunjukkan dimana seseorang akan melakukan kegiatan pada suatu lokasi tertentu.

Tujuan penelitian adalah untuk mendeskripsikan karakteristik *action space*; menganalisis pola *action space* para pelaku perjalanan yang menggunakan sepeda motor; dan menganalisis signifikansi beda nilai rata-rata momen kedua berdasarkan jenis kelamin, usia, besar pengeluaran, dan hari responden melakukan perjalanan. Artikel ini merupakan bagian dari studi yang dilakukan oleh Joewono (2013) yang menganalisis perjalanan berbasisaktivitas.

### **ACTION SPACE**

*Action space* dinyatakan sebagai suatu area yang di dalamnya berisi beberapa lokasi kegiatan yang dikunjungi oleh seorang individu dalam periode waktu tertentu (Ritsema van Eck, 2005). Area *action space* ini terletak di sekitar satu atau dua lokasi kegiatan yang terkait dengan individu, yaitu lokasi yang pasti dikunjungi sehari-hari dan hampir setiap hari dalam jangka waktu yang panjang dan tetap. Contoh yang paling jelas adalah lokasi rumah dan tempat kerja. Orang-orang biasanya meninggalkan kedua lokasi tersebut hanya dalam waktu yang terbatas, karena mereka harus kembali ke lokasi yang sama atau berbeda untuk bekerja, makan, atau untuk tidur. Dijst (2005) mengatakan bahwa *action space* dipengaruhi oleh empat keterbatasan individu, yaitu 1) Jarak antara lokasi kegiatan; 2) Interval waktu yang tersedia; 3) Rasio waktu perjalanan; dan 4) Kecepatan dari moda transportasi utama. Ritsema van Eck (2005) mengatakan bahwa *action space* yang dihasilkan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori dasar berdasarkan bentuknya, yaitu lingkaran, garis, dan elips.

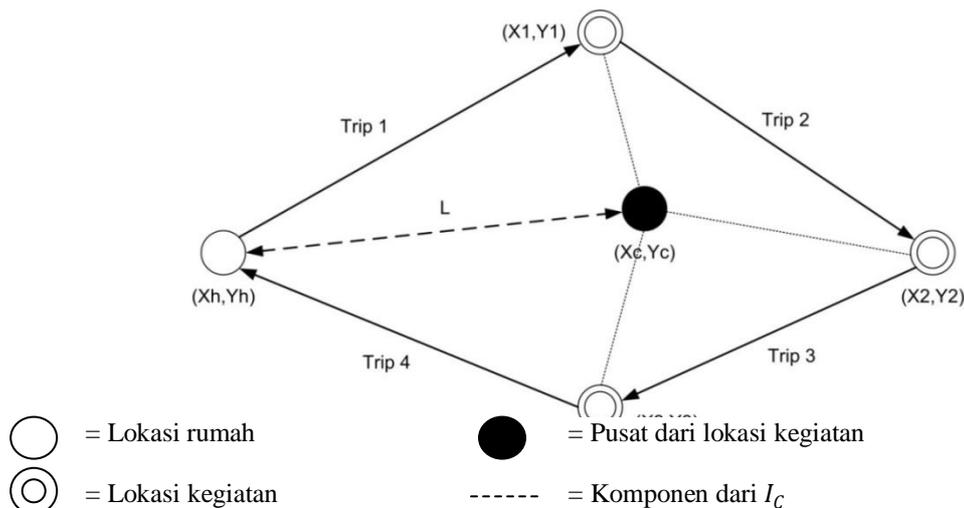
Dijst (1999) menggambarkan *action space* seorang individu sebagai elips, lingkaran, dan garis berdasarkan data perjalanan selama tiga hari berturut-turut. Schonfelder dan Axhausen (2002) mengatakan bahwa dengan data buku harian perjalanan selama enam minggu dapat diperoleh *action space* berbentuk elips dan dianalisis dengan metode *minimum spanning tree* untuk memperkirakan ukuran dari *action space* seseorang. Srivastava dan Schonfelder (2003) membandingkan area dari *action space* masing-masing individu selama satu minggu penuh dengan menggunakan data perjalanan dan hasil survei di kota Uppsala dan menemukan bahwa ada kecenderungan pengurangan *action space*.



**Gambar 1** Tiga Bentuk Dasar Action Space (Ritsema van Eck, 2005)

*Action space* dengan bentuk lingkaran dihasilkan saat perjalanan dimulai dan diakhiri pada lokasi yang sama, misalnya perjalanan ke tempat perbelanjaan dari rumah, atau perjalanan saat istirahat makan siang dari tempat kerja. *Action space* dengan bentuk garis dihasilkan saat perjalanan dimulai di suatu lokasi dan diakhiri di lokasi lain, dimana waktu yang tersedia hanya cukup untuk melakukan perjalanan antara kedua lokasi tersebut dan tidak memungkinkan untuk melakukan kunjungan ke lokasi kegiatan lain. *Action space* dengan bentuk elips terjadi ketika dilakukan pengurangan waktu yang diperlukan untuk perjalanan antar lokasi kegiatan serta beberapa waktu tambahan untuk mengunjungi lokasi kegiatan lain selama perjalanan

*Action space* seorang individu dinyatakan oleh momen kedua (*second moment*) dari kegiatan diluar rumah yang dikandungnya. Susilo dan Kitamura (2005) awalnya menggunakan metode *second moment* ini untuk mengukur *action space* seorang individu. Konsep *second moment* diilustrasikan seperti pada Gambar 2. Titik C adalah titik pusat dari lokasi kegiatan-kegiatan di luar rumah yang dikunjungi oleh seseorang pada hari tertentu.  $I_C$  adalah nilai *second moment* lokasi-lokasi kegiatan terhadap titik C. Sementara itu,  $I_H$  adalah nilai *second moment* pusat lokasi kegiatan terhadap lokasi rumah dengan  $I_H = L^2$ . L adalah jarak antara rumah dengan titik pusat C. Rumus yang digunakan dalam metode *second moment* ini dijelaskan dalam persamaan 1 hingga persamaan 3.



**Gambar 2** Ilustrasi *Second Moment Method* (Susilo dan Kitamura, 2005)

$$I_H = L^2 = (X_H - X_C)^2 + (Y_H - Y_C)^2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$I_C = \sum_{i=1}^3 \{(X_i - X_C)^2 + (Y_i - Y_C)^2\} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$X_C = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 X_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$Y_C = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 Y_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

Metode *second moment* memiliki dua macam model sistem, yaitu pembuat perjalanan sederhana dan pembuat perjalanan kompleks. Pembuat perjalanan sederhana hanya memiliki satu kegiatan diluar rumah dalam satu hari. Nilai N adalah nilai dari jumlah lokasi kegiatan yang dikunjungi seseorang dalam jangka waktu tertentu. Jika nilai N=1, maka nilai dari  $I_C = 0$  dan  $I_H = L^2$ , dimana nilai L dalam kasus ini adalah panjang perjalanan dari rumah ke lokasi kegiatan. Hal ini terjadi karena lokasi kegiatan yang dikunjungi hanya satu, sehingga pusat lokasi kegiatan adalah lokasi dari kegiatan itu sendiri. Sementara nilai  $I_C = 0$  karena tidak ada jarak dari pusat lokasi kegiatan ke lokasi kegiatan lain, hal ini dikarenakan dalam kasus ini hanya ada satu lokasi kegiatan yang dikunjungi seorang individu. Sedangkan pada pembuat perjalanan kompleks penyebaran lokasi kegiatannya dipengaruhi oleh parameter keterlibatan kewajiban dan jarak perjalanan. Semakin lama waktu bekerja dan perjalanan akan mengurangi waktu yang tersedia untuk kegiatan aktivitas non-kerja. Pembuat perjalanan kompleks memiliki beberapa kegiatan diluar rumah dalam satu hari. Jika nilai N lebih besar dari 1, maka  $I_C$  menunjukkan bagaimana penyebaran lokasi-lokasi kegiatan, sedangkan  $I_H$  menunjukkan seberapa jauh seorang individu dari rumah secara kolektif.

Di beberapa negara berkembang, studi mengenai *action space* seorang individu sudah mulai dilakukan meskipun belum banyak yang melakukan penelitian mengenai hal ini (Kitamura, 2008). Studi mengenai *action space* ini perlu dilakukan di Indonesia untuk memberi informasi awal mengenai perkembangan dan perubahan *action space* penduduk perkotaan secara empiris, khususnya bagi pengguna kendaraan bermotor.

## METODE PENELITIAN

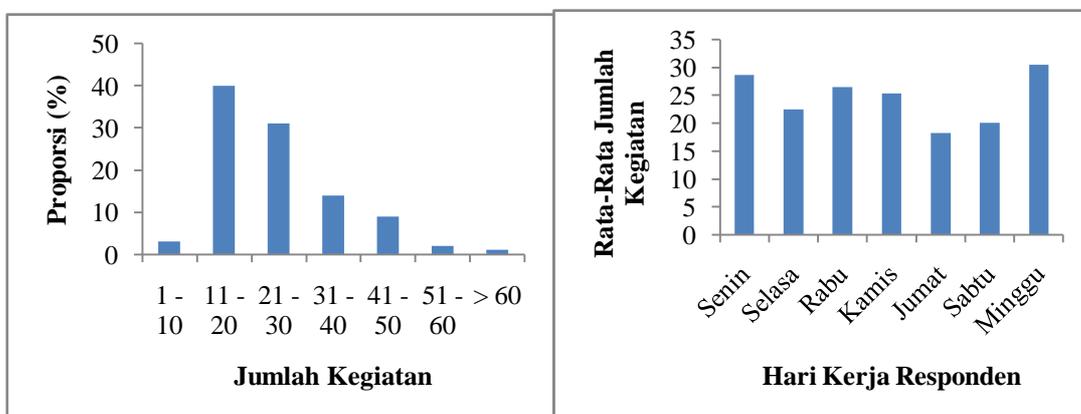
Data yang akan dianalisis adalah catatan lokasi kegiatan para pelaku perjalanan yang menggunakan sepeda motor di kota Bandung. Data tersebut diperoleh dari Joewono dan Santoso (2013). Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang diisi oleh 50 responden yang merupakan pekerja pengguna sepeda motor yang tersebar di seluruh wilayah Kota Bandung dan dilakukan selama dua hari.

Dalam studi ini data dikumpulkan menggunakan bantuan piranti lunak berbasis teknologi android *My Tracks*, dimana tiap responden dipinjami alat perangkat tersebut selama pencatatan aktivitas dan perjalanan. Piranti lunak ini digunakan untuk mencatat titik lokasi awal keberangkatan, titik lokasi tujuan, rute yang ditempuh, jarak tempuh, kecepatan rata-rata pergerakan, kecepatan minimum pergerakan, kecepatan maksimum pergerakan, dan waktu total perjalanan pengguna *android* saat sedang berjalan, berlari, naik kendaraan, atau melakukan kegiatan lain di luar ruangan. Semua data yang diperoleh dari piranti lunak *My Tracks* ini kemudian disinkronisasi dengan piranti lunak *Google Maps*. Setelah semua data di *import* ke dalam *Google Maps*, maka akan diperoleh titik-titik koordinat lokasi kegiatan yang responden kunjungi selama waktu survei. Langkah selanjutnya adalah meng-*export* data lokasi titik koordinat tersebut ke dalam bentuk KML, sehingga nantinya dapat dilakukan analisis spasial dengan bantuan piranti lunak *ArcGis*.

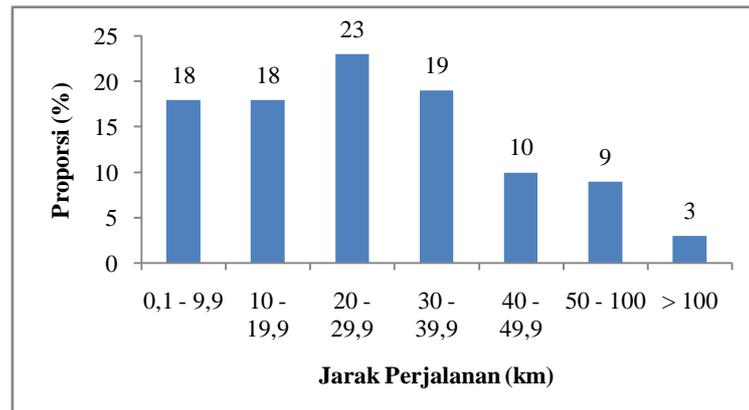
## DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

Hal pertama yang dianalisis adalah karakteristik *action space* yang mencakup jumlah kegiatan dan jarak perjalanan. Studi menunjukkan bahwa sekitar 40% responden melakukan 11-20 kegiatan per harinya dan 30% lainnya melakukan 21-30 kegiatan per hari. Selain itu diketahui juga bahwa rata-rata jumlah kegiatan dari hari ke hari dalam satu minggu menunjukkan rentang 15-30, dimana rata-rata tertinggi diperoleh di hari Minggu. Gambar 3 menyajikan proporsi dan jumlah kegiatan menurut hari.

Untuk memperoleh total jarak tempuh perjalanan responden selama satu hari, maka dilakukan penjumlahan jarak perjalanan dari titik lokasi kegiatan pertama menuju titik lokasi kegiatan kedua dan seterusnya sampai dengan titik lokasi kegiatan terakhir. Jarak perjalanan antar titik lokasi kegiatan ini diperoleh dengan bantuan piranti lunak *My Tracks*. Distribusi total jarak seluruh perjalanan disajikan dalam Gambar 4. Nampak dalam gambar bahwa total jarak seluruh perjalanan dalam sehari cenderung memuncak pada 20-30 km. Sekitar 90 persen responden menempuh kurang dari 50 km per hari.



Gambar 3 Proporsi dan Jumlah Kegiatan Responden



**Gambar 4** Distribusi Total Jarak Seluruh Perjalanan Responden dalam Sehari

Berdasarkan data 50 responden selama dua hari didapat bahwa pola *action space* yang memiliki bentuk elips adalah sebanyak 87%, sedangkan sisanya memiliki pola berbentuk lingkaran. *Action space* berbentuk elips dijelaskan oleh diameter panjang dan diameter pendek, sedangkan bentuk lingkaran hanya memiliki satu diameter saja. Deskripsi dari masing-masing pola dijelaskan dalam Tabel 1. Dari data nampak bahwa *action space* berbentuk lingkaran memiliki diameter yang lebih kecil dibandingkan berbentuk elips. Hal ini akan mempengaruhi luas *action space*.

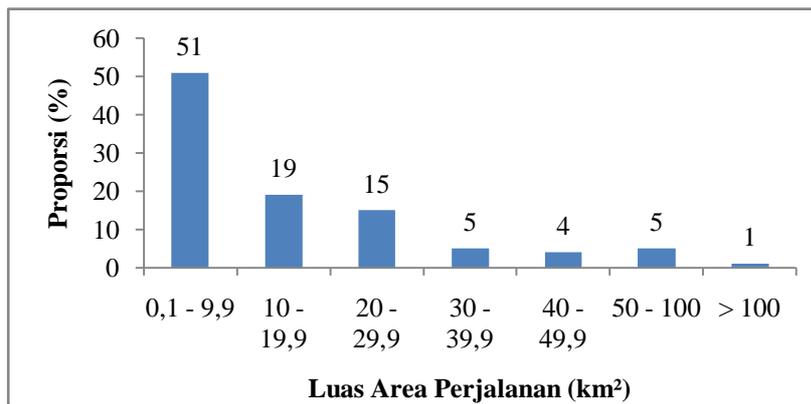
**Tabel 1** Deskripsi Diameter pada *Action Space* Elips dan Lingkaran

Bentuk Action Space	Diameter Panjang (m)				Diameter Pendek (m)			
	Mean	Median	Max	Min	Mean	Median	Max	Min
Elips	7.522	7.388	34.622	661	2.472	1.843	6.335	450
Lingkaran					2.627	2.137	9.895	913

Luas area perjalanan merupakan besarnya area yang mampu dicakup oleh seorang individu selama melakukan perjalanan dalam waktu satu hari penuh. Responden yang memiliki luas area perjalanan antara 0,1 sampai 9,9 km<sup>2</sup> adalah sebanyak 51%. Ada 85% responden memiliki area perjalanan kurang dari 30 km<sup>2</sup>. Deskripsi luas area disajikan dalam Tabel 2 dan deskripsi proporsi luas area dijelaskan dalam Gambar 5.

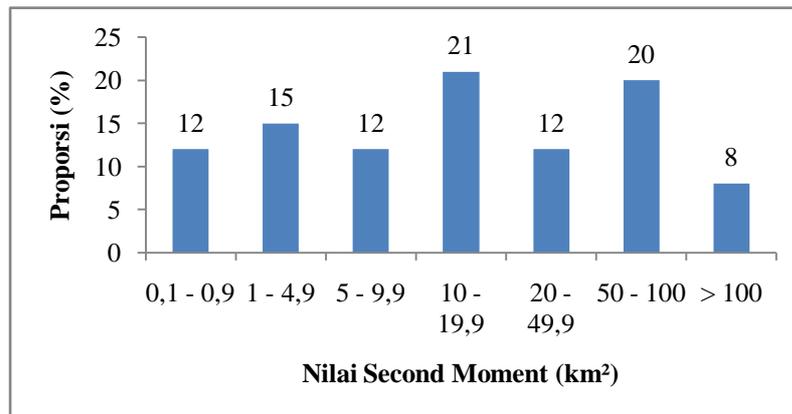
**Tabel 2** Deskripsi Luas Area Perjalanan

Bentuk Action Space	Luas Area Perjalanan (km <sup>2</sup> )			
	Mean	Median	Max	Min
Elips	18.513.619	10.644.223	160.968.344	233.671
Lingkaran	9.451	3.588.226	76.907.059	655.379



**Gambar 5** Proporsi Luas Area Perjalanan

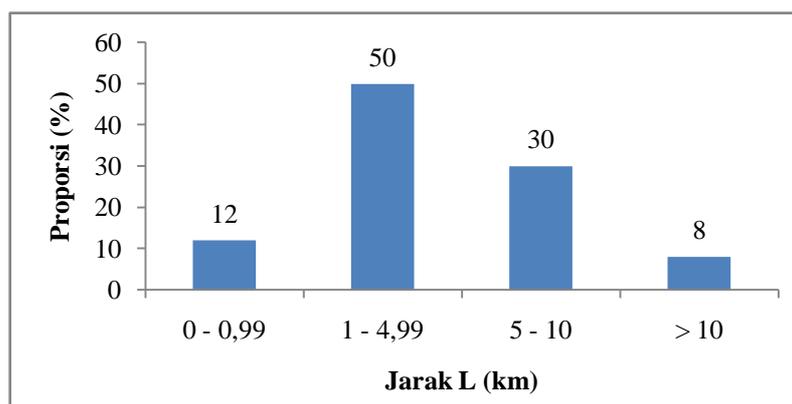
Selanjutnya persamaan 1 digunakan untuk mendapatkan nilai *second moment* lokasi pusat kegiatan terhadap lokasi rumah ( $I_H$ ) dan besarnya jarak antara lokasi pusat kegiatan terhadap lokasi rumahnya (L) dari masing-masing responden. Proporsi nilai  $I_H$  dan L untuk masing-masing responden dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7, secara berurutan. Nampak bahwa sekitar 90% responden memiliki *second moment* sebesar kurang dari 100 juta m<sup>2</sup>. Adapun 50% responden memiliki pusat kegiatan sejarak 1-5 km dari lokasi awalnya, sedangkan 30% memiliki jarak pusat kegiatan sejarak 5-10 km dari lokasi awalnya.



**Gambar 6** Proporsi Nilai *Second Moment* ( $I_H$ )

Selanjutnya analisis dilakukan untuk membandingkan nilai *second moment* untuk beberapa kelompok, yaitu jenis kelamin, usia, besar pengeluaran, dan hari responden melakukan perjalanan. Hasil analisis perbandingan menggunakan uji-t disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis perbandingan nilai *second moment* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ditemukan perbedaan nilai *second moment* antara pria dan wanita pada tingkat keterandalan 5%. Hasil yang sama diperoleh pada kelompok responden yang berusia kurang dari 30 tahun dan lebih dari 30 tahun. Hal yang sama pula diperoleh pada responden dengan pengeluaran kurang atau lebih dari dua setengah juta rupiah per bulan. Analisis juga menunjukkan tidak ada perbedaan nilai *second moment* pada hari kerja atau libur.



Gambar 7 Proporsi Jarak antara Lokasi Pusat Kegiatan dengan Lokasi Rumah

Tabel 3 Hasil Perbandingan Nilai *Second Moment*

Kelompok	Mean	Std. Deviation	t	df	Sig (2-tailed)	Mean Difference	Std Error Difference
Perbandingan berdasar jenis kelamin							
Pria	26,32	30,24	-0,125	92	0,901	-1,02	8,15
Wanita	27,34	34,63					
Perbandingan berdasar kelompok usia							
< 30 tahun	24,71	28,22	-0,913	92	0,364	-6,51	7,14
≥30 tahun	31,23	37,30					
Perbandingan berdasar kelompok pengeluaran per bulan							
≤Rp2.500.000	28,97	33,17	0,660	92	0,511	4,27	6,47
>Rp2.500.000	24,69	29,34					
Perbandingan berdasar hari saat melakukan perjalanan							
Hari Kerja	25,35	31,39	0,043	88	0,966	0,31	7,37
Hari Libur	25,05	28,63					

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disampaikan beberapa kesimpulan. Pelaku perjalanan yang menggunakan sepeda motor paling banyak melakukan 11-20 kegiatan dalam satu hari, yaitu sebanyak 40%. Adapun rata-rata jumlah kegiatan yang dilakukan individu selama satu hari adalah 26 kegiatan, sedangkan rata-rata responden paling banyak melakukan kegiatan pada hari Minggu, yaitu dengan rata-rata 31 kegiatan. Hal ini menunjukkan bahwa responden melakukan kegiatan yang lebih bervariasi di hari Minggu dan tidak hanya melakukan kegiatan *mandatory* (wajib).

Proporsi jarak perjalanan antara 20-29,9 km selama satu hari adalah yang paling banyak, yaitu 23%. Pola *action space* yang terbentuk dari perjalanan dan aktivitas responden adalah elips dan lingkaran, dimanaberbentuk elips adalah sebanyak 87%. Hal ini mengindikasikan bahwa pola ruang kegiatannya meluas ke salah satu arah.

Proporsi luas area perjalanan antara 10-19,9 km<sup>2</sup> adalah yang paling banyak, yaitu 51%. Dari data ini dapat diketahui bahwa sebagian besar pekerja yang melakukan perjalanan

menggunakan sepeda motor di Kota Bandung memiliki luas area perjalanan yang kecil dengan lokasi kegiatan yang dikunjungi hanya sekitar rumah dan tempat kerja. Dari hasil penelitian didapat bahwa besar nilai *second moment* ( $I_H$ ) responden paling banyak berada pada rentang 10-19,9jt m<sup>2</sup>, sedangkan jarak lokasi pusat kegiatan dengan lokasi rumah responden paling banyak berada pada rentang satu hingga lima kilometer.

Analisis juga menunjukkan bahwa ke-50 responden ini tidak menunjukkan perbedaan besaran ruang gerak (kegiatan) yang signifikan antara pria dan wanita, antara kelompok kurang atau lebih dari 30 tahun, antara hari kerja dan akhir pekan, dan antara kelompok kurang atau lebih dari 2,5 juta rupiah. Ke-50 responden ini menunjukkan bahwa ruang kegiatan mereka berada dalam luasan yang sama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui program Hibah Bersaing tahun 2013. Penghargaan juga disampaikan pada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan studi ini.

## REFERENSI

- Arentze, T. dan Timmermans, H., (2003), "Modeling Learning and Adaptation Processes in Activity-Travel Choice: A Framework and Numerical Experiments", *Transportation* 30, 37-62.
- Banks, J.H., (2002), *Introduction to Transportation Engineering*. McGraw-Hill Higher Education, UK.
- Bulliung, R.N. dan Karanoglou, P.S., (2004), "A GIS toolkit for exploring geographies of household activity/travel behavior", *Journal of Transport Geography*.
- Carrasco, J.A., Miller, E.J., dan Wellman, B., (2006), "Spatial and Social Networks: The Case of Travel for Social Activities", 11<sup>th</sup> *International Conference on Travel Behaviour Research Kyoto*.
- Curtis, C. dan Perkins, T., (2006), *Travel Behavior: A Review of Recent Literature*. Curtin University, Perth.
- DICTUC, (1978), "*Encuesta Origen y Destino de Viajes para el Gran Santiago*", Final Report to the Ministry of Public Works, Department of Transport Engineering, Universidad Cat´olica de Chile, Santiago (in Spanish).
- Eck, J.R.v., Burghouwt, G., dan Dijst, M., (2005), "Lifestyles, spatial configurations and quality of life in daily travel: an explorative simulation study", *Journal of Transport Geography* 13, 123-134.
- Fan, Y. dan Khattak, A.J., (2008), "Urban Form, Individual Spatial Footprints, and Travel: Examination of Space-Use Behavior", *Journal of Transportation Research Board* No.2028.
- Fujii, S. dan Kitamura, R., (2010), "Analysis of personal action space using a model system with multiple choice structures", *Transportation* 36:763-778.
- McGuckin, N. dan Nakamoto, Y., (2004), "Trips, Chains, and Tour – An Operational Definition", *For FHWA and the NHTS Conference*, Washington, DC.

- Jang, T.Y., (1996), "Analysis of Travel Behavior Characteristics of Individuals through Work-related Trip-Chaining", *Unpublished Dissertation*, University of Tennessee.
- Joewono, T.B. dan Santoso, D.S. (2013), "Pemodelan Perilaku Pelaku Perjalanan di Perkotaan Berbasis Aktivitas", Hibah Bersaing, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Bandung.
- Manugh, K., (2012), "What makes travel 'local': Defining and understanding local travel behavior", *The Journal of Transport and Land Use*, Vol.5, No.3:15-27.
- Narupiti, S., (1999), "Trip Chaining Patterns in Bangkok: Based on Household Travel Survey", *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.1.2.
- Nasution, M. N. (2004). *Manajemen Transportasi*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Ortuzar, J.d.D. dan Willumsen, L.G., (2011), *Modelling Transport*. John Wiley & Sons, Ltd, UK.
- Pendyala, R.M., Goulias, K.G., dan Kitamura, R., (1992), "Impact of Telecommuting on Spatial and Temporal Patterns of Household Travel", *Working Paper No.111*, University of California.
- Primerano, F., Tisato, P., Taylor, M.A.P., dan Pitaksringkarn, L., (2007), "Defining and Understanding Trip Chaining Behaviour", *Transportation* 35:55–72.
- Strathman, J.G., Dueker, K.J., dan Davis, J.S., (1994), "Effects of household structure and selected travel characteristics on trip chaining", *Transportation* 21, 23-45.
- Sukarto, H., (2006). "Transportasi Perkotaan dan Lingkungan", *Jurnal Teknik Sipil* Vol.3 No.2.
- Susilo, Y.O. dan Kitamura, R. (2005), "An Analysis of the Day-to-day Variability in the Individual's Action Space: An Exploration of the Six-Week Mobidrive Travel Diary Data", *Transportation Research Board*. Vol 1902, 124-133.
- Susilo, Y. O., Kitamura, RK, (2005). Spatial Manifestation of Urban Residents: a Forgotten Relic in Mobility and Infrastructure Planning of " Tomorrow' s Cities" , *The 10th International Symposium for Students and Young Researchers on Transportation and Infrastructure Planning*, International Association of Traffic and Safety Sc, International Association of Traffic and Safety Science, Chiba.
- Susilo, Y.O., (2013), "Are We Continuously Stretching-out Our Action Spaces? The Changes of Individual Action Space over a Long Term in the Osaka Metropolitan Area", *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9.*stern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9.

# **PENGGUNAAN SOFTWARE VISSIM UNTUK ANALISIS SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG MIROTA KAMPUS TERBAN YOGYAKARTA)**

**Rama Dwi Aryandi**

Student

Civil and Environmental Engineering, UGM  
Jl. Grafika 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. 082283743379

[Studentchapter46@gmail.com](mailto:Studentchapter46@gmail.com)

**Ahmad Munawar**

Professor On Civil Engineering

Civil and Environmental Engineering, UGM  
Jl. Grafika 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 554244

[munawarugm@yahoo.com](mailto:munawarugm@yahoo.com)

## **Abstract**

Traffic jam is one of the main problems nowadays in transportation network, especially in the intersection, because of the conflict of movements between vehicles which came from each of its arms. An intersection is the junction in transportation network where two or more roads either meeting or crossing. In this analysis, author used a traffic simulation with Vissim software to predict the queues. The results have been compared to actual result at the site. Primary data were collected by conducting a survey using traffic counting method on Wednesday afternoon peak hour. The results of both analysis and survey are, average queue length of Vissim is 62 m and average queue length of observation is 60 m. It is concluded that there is no significant different between the simulation and the actual results. However, there is a significant different in deviation of the results.

**Keywords** : *Vissim software, intersection, traffic flow, queue.*

## **Abstrak**

Kemacetan adalah salah satu masalah utama dalam jaringan transportasi, terutama di persimpangan, karena konflik antar pergerakan kendaraan yang datang dari tiap-tiap lengannya. Simpang adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu. Dalam analisis ini, penulis menggunakan simulasi lalu lintas dengan software vissim untuk memprediksi antrian. Hasilnya telah dibandingkan dengan hasil pengamatan di lapangan. Data primer dikumpulkan dengan melakukan survei dengan metode traffic counting pada jam sibuk sore hari rabu. Hasil dari pengamatan dan analisis adalah, antrian rerata untuk survey adalah 60 m sedangkan Vissim 62 m. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara simulasi dan hasil nyata di lapangan. Akan tetapi, ada perbedaan yang signifikan pada deviasi (penyebaran) hasil antrian.

**Kata kunci** : *software Vissim, simpang, antrian.*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Permasalahan transportasi berupa kemacetan, tundaan, serta polusi udara dan suara yang sering kita temui setiap hari di beberapa kota besar di Indonesia ada yang sudah berada pada tahap yang sangat kritis. Sebelum menentukan cara yang terbaik untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, hal pertama yang perlu dilakukan adalah mempelajari dan mengerti secara terinci faktor-faktor apa saja yang saling terkait yang menimbulkan masalah tersebut.

Kemacetan merupakan dampak negatif yang paling dirasakan bagi para pengguna jalan, dan selain itu juga bisa memicu timbulnya masalah-masalah lainnya. Masalah-masalah tersebut antara lain meningkatnya biaya operasi kendaraan, meningkatnya polusi udara akibat asap dari kendaraan bermotor, meningkatnya polusi suara, masalah kesehatan yang

disebabkan oleh polusi kendaraan bermotor, hingga stress dan penurunan produktivitas dalam beraktivitas.

Kemacetan biasanya terjadi di persimpangan, apalagi bila simpang tersebut berdekatan dengan pusat keramaian, karena konflik pergerakan yang terjadi antar kendaraan yang datang dari tiap kaki simpang. Salah satu simpang dengan tingkat kemacetan yang tinggi adalah simpang Mirota Kampus Terban. Pergerakan kendaraan di simpang ini sangat tinggi, terutama pada saat jam-jam sibuk, karena merupakan akses utama ke banyak tempat. Untuk menyikapi masalah yang terjadi pada simpang Mirota Kampus ini, perlu dilakukan evaluasi kinerja simpang untuk mendapatkan gambaran kondisi simpang saat ini, dengan meneliti volume lalulintas. Sehingga bisa didapatkan solusi untuk pemecahan masalah tersebut.

Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalulintas dengan *software Vissim*, dengan rencana pengambilan data primer berupa survei yang dilaksanakan selama satu hari pada jam sibuk sore hari. Setelah analisis ini dilakukan, nantinya akan dilakukan perbandingan hasil perhitungan ini dengan pengamatan langsung dan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan.

### **Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui proporsi pengguna jalan meliputi kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, dan kendaraan umum di simpang Mirota Kampus saat ini.
2. Mengetahui panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata pada kondisi eksisting.
3. Membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata dengan menggunakan *software Vissim* dan pengamatan langsung di lapangan.

### **Batasan Masalah**

1. Lokasi penelitian adalah simpang Mirota Kampus Terban, dipilih karena tingkat pergerakan di simpang ini sangat tinggi dan merupakan akses utama ke banyak tempat.
2. Pengamatan dilaksanakan pada hari Rabu saat jam sibuk sore hari.
3. Pengamatan dilakukan pada ruas utara simpang Mirota Kampus Terban.

## **LANDASAN TEORI**

### **Simulasi**

Suatu proses peniruan dari sesuatu yang nyata beserta dengan keadaan di sekelilingnya. Aksi melakukan simulasi ini secara umum menggambarkan sifat-sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu.

### **Vissim**

*Vissim* adalah *software* yang bisa melakukan simulasi untuk lalu lintas multi-modal mikroskopik, transportasi umum dan pejalan kaki, dikembangkan oleh PTV Planung Transport Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. *Vissim* adalah alat yang paling canggih yang tersedia untuk mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, *heavy rail*, *tram*, *LRT*, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki. Simulasi multi-moda menjelaskan kemampuan untuk mensimulasikan lebih dari satu jenis lalu lintas. Semua jenis ini bisa berinteraksi satu sama lain. Dalam *Vissim*, jenis-jenis lalu lintas yang bisa disimulasikan antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, bus), *cycles* (sepeda, sepeda motor), pejalan kaki dan *rickshaw*. Pengguna *software*

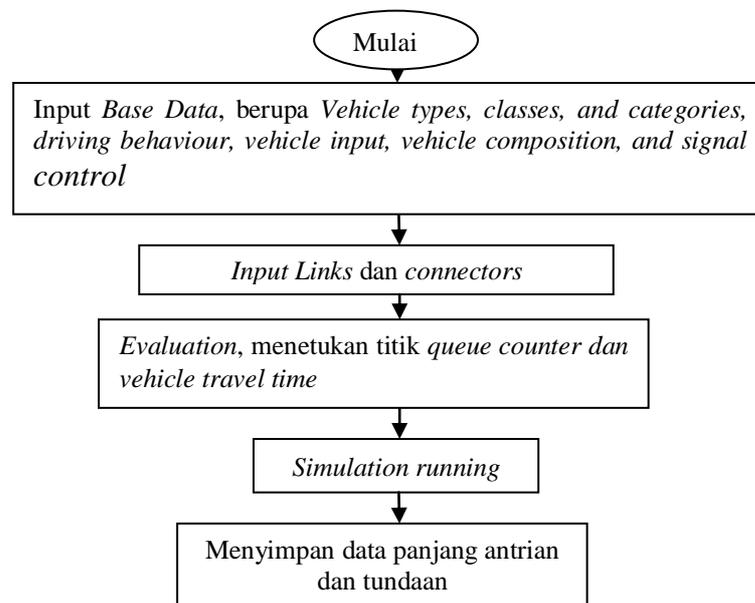
ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi.

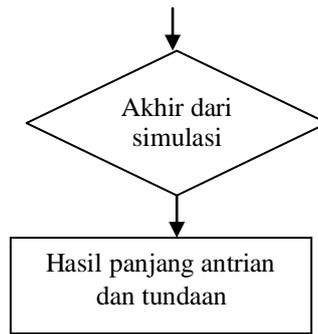
*Vissim* digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum, seperti skema perlambatan lalu lintas, studi tentang *Light Rail/Bus Rapid transit*, perkiraan penggunaan *Intelligent Transport System* yang sesuai, simpang bersinyal dan tidak bersinyal yang kompleks dan sebagainya. *Vissim* didasarkan pada penelitian intensif selama bertahun-tahun, dan sejak diperkenalkan pada tahun 1992 telah digunakan oleh masyarakat luas di seluruh dunia dan terbukti menjadi *software* yang paling unggul untuk simulasi lalu lintas mikroskopik. Simulasi mikroskopik, atau kadang juga disebut mikrosimulasi, berarti tiap kesatuan (mobil, kereta, orang) yang akan disimulasikan, disimulasikan secara individual.

*Vissim* telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, *Vissim* mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Jangkauan aplikasi jaringan *Vissim* yang luas juga meliputi fasilitas –fasilitas transportasi umum, sepeda hingga pejalan kaki. Selain itu *Vissim* juga bisa mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional yang unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam bisa dimasukkan pada *software Vissim*, pada umumnya antara lain tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh dan berhenti.

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *traffic counting* atau pencacahan lalu lintas. *Traffic counting* dilakukan secara manual di ruas jalan utara simpang Mirota Kampus Terban. *Traffic counting* dilakukan untuk mengidentifikasi rute mana yang sering dilalui, komposisi kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut, dan volume lalu lintas per satuan waktu tertentu (kend/jam). Selain itu pada saat melakukan *traffic counting* juga diidentifikasi keadaan lingkungan sekitar serta geometri jalan. Selain itu juga dilakukan simulasi menggunakan *software Vissim*, dengan input data berupa data dari *traffic counting*. Berikut adalah *flowchart* simulasi yang dilakukan :





Gambar 1 Flowchart Simulasi Vissim

### Parameter yang Digunakan dalam Vissim

#### *Vehicle Types*

Kelompok kendaraan dengan karakter teknis dan perilaku fisik berkendara yang serupa.

#### *Vehicle Classes*

Satu atau lebih jenis kendaraan digabung dalam satu kelas kendaraan. Kecepatan, evaluasi dan pemilihan rute digabung dalam satu kelas kendaraan.

#### *Vehicle Categories*

Menetapkan terlebih dahulu kategori dari kendaraan yang menyertakan interaksi kendaraan yang serupa.

#### *Vehicle Input*

Memasukkan jumlah arus lalu lintas (kend/jam) sesuai dengan hasil survei di lapangan.

#### *Vehicle Composition*

Pengaturan seberapa besar persentasi tiap-tiap jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas yang ada.

#### *Driving Behaviour*

Perilaku berkendara. tergantung pada jenis jaringan jalan, kategori kendaraan dan kelas kendaraan.

#### *Signal Control*

*Tool* yang digunakan untuk memodelkan suatu fase sinyal aktual di lapangan.

#### *Links and Connectors*

Input geometrik jaringan jalan, seperti jumlah lajur dan lebar jalan.

#### *Queue Counter*

Penghitung antrian, dihitung mulai dari titik *queue counter* ditetapkan hingga kendaraan terakhir yang masih berada dalam kondisi antrian.

#### *Vehicle Travel time*

Penentuan titik awal pergerakan kendaraan hingga destinasi dengan jarak tertentu untuk dihitung waktu tempuhnya, kemudian bisa dihitung juga waktu tempuh saat arus lalu lintas mengalami kemacetan sehingga didapat nilai tundaan.

## PEMBAHASAN

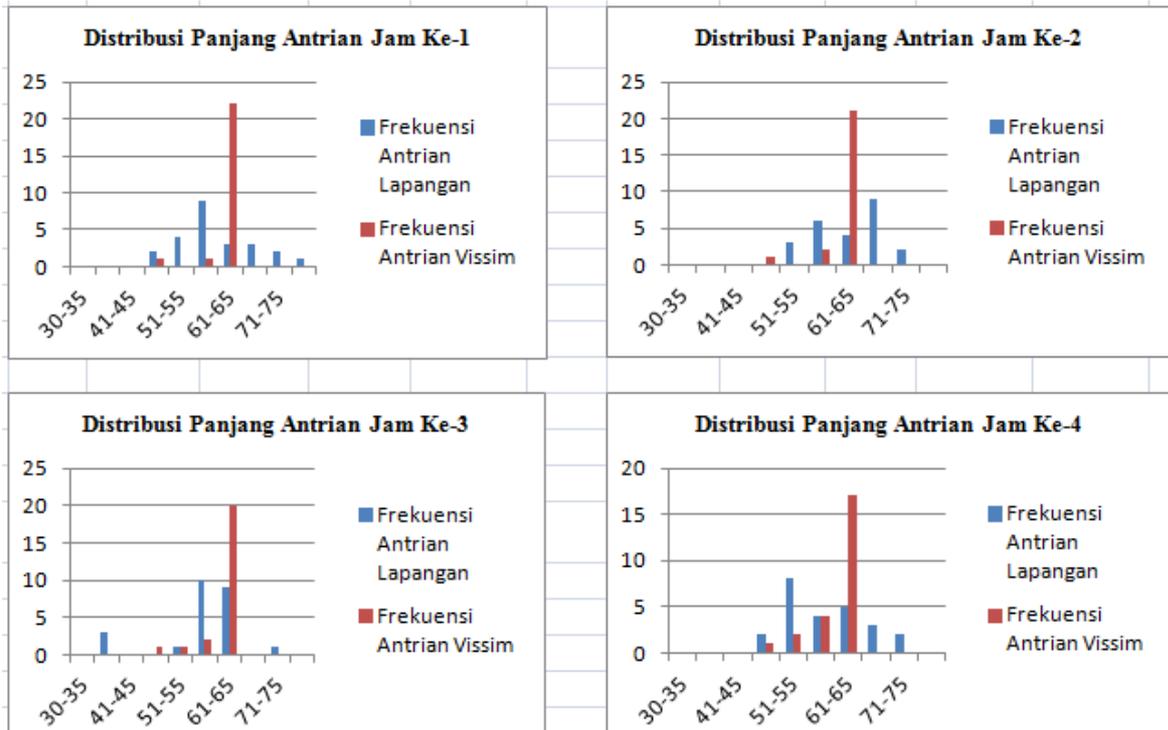
Berdasarkan survei langsung di lapangan dan *traffic counting* yang dilakukan, diperoleh data-data yang cukup untuk dilakukan *input* pada *software Vissim*. Simulasi diawali dengan melakukan *input base data* berupa tipe, kelas dan kategori kendaraan, perilaku berkendara, dilanjutkan dengan membuat jaringan jalan sesuai dengan kondisi asli di lapangan, lalu bisa dilakukan *input* jumlah arus lalu lintas beserta komposisi kendaraannya. Setelah itu, dibuat pula *signal control*, yaitu pemodelan sinyal lalu lintas di tiap-tiap kaki simpang, dengan lama fase dan lama waktu hijau, kuning dan merah di tiap-tiap kaki simpang sesuai dengan kondisi asli, caranya dengan memilih dan klik *tool signal control*, klik edit *controller*, akan muncul kotak dialog baru. Pilih *fixed time signal*, pilih edit *signal control*, setelah itu kita bisa mengatur urutan nyala lampu, lama hijau, waktu kuning hingga *all-red*, hingga urutan urutan fase di tiap-tiap kaki simpang.

Langkah selanjutnya adalah menetapkan titik penghitungan *queue counter* dan *vehicle travel time*, setelah itu bisa dimulai simulasi lalu lintas dengan interval 3600 detik, sehingga setelah selesai diperoleh data berupa panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata. Analisis distribusi panjang antrian dibagi menjadi empat bagian, yaitu jam kesatu, jam kedua, jam ketiga dan jam keempat. Analisis data distribusi panjang antrian yang terjadi dilakukan menggunakan metode statistik untuk mengetahui persebaran panjang antrian yang terjadi berdasarkan arus lalu lintas yang masuk ke kaki simpang tiap-tiap jam. Dari analisis yang dilakukan, diperoleh distribusi panjang antrian seperti yang terlampir dalam tabel berikut :

Nomor	Interval panjang antrian (m)	Frekuensi			Nomor	Interval panjang antrian (m)	Frekuensi	
		Antrian Lapangan	Antrian Vissim				Antrian Lapangan	Antrian Vissim
1	30-35	0	0		1	30-35	0	0
2	36-40	0	0		2	36-40	0	0
3	41-45	0	0		3	41-45	0	0
4	46-50	2	1		4	46-50	0	1
5	51-55	4	0		5	51-55	3	0
6	56-60	9	1		6	56-60	6	2
7	61-65	3	22		7	61-65	4	21
8	66-70	3	0		8	66-70	9	0
9	71-75	2	0		9	71-75	2	0
10	76-80	1	0		10	76-80	0	0
Nomor	Interval panjang antrian (m)	Frekuensi			Nomor	Interval panjang antrian (m)	Frekuensi	
		Antrian Lapangan	Antrian Vissim				Antrian Lapangan	Antrian Vissim
1	30-35	0	0		1	30-35	0	0
2	36-40	3	0		2	36-40	0	0
3	41-45	0	0		3	41-45	0	0
4	46-50	0	1		4	46-50	2	1
5	51-55	1	1		5	51-55	8	2
6	56-60	10	2		6	56-60	4	4
7	61-65	9	20		7	61-65	5	17
8	66-70	0	0		8	66-70	3	0
9	71-75	1	0		9	71-75	2	0
10	76-80	0	0		10	76-80	0	0

Gambar 2 Tabel Distribusi Panjang Antrian

Dan berikut grafik distribusi panjang antrian berdasarkan empat jam pengamatan di lapangan dan hasil simulasi menggunakan *software Vissim* :

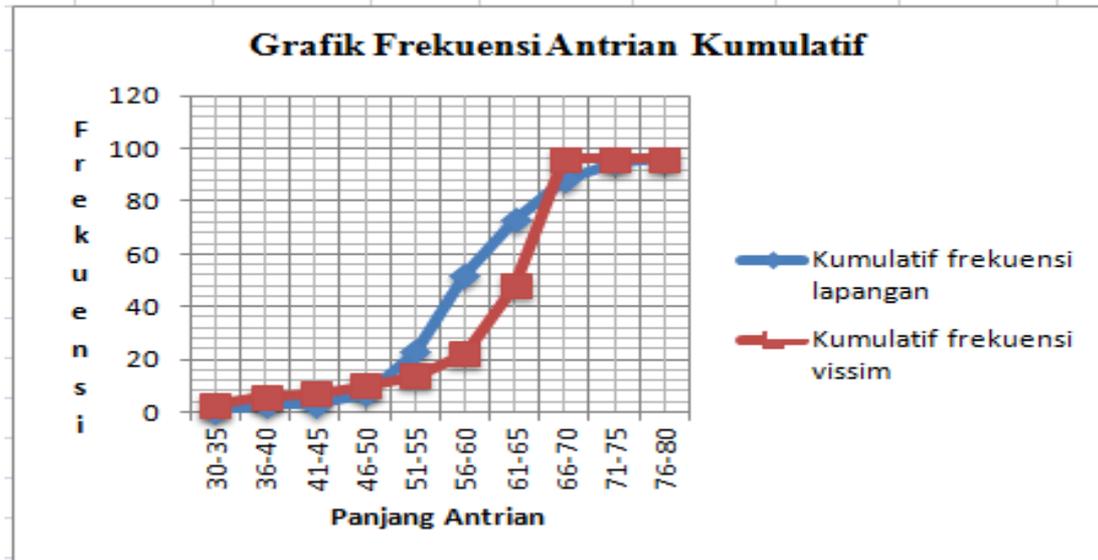


Gambar 3 Grafik Distribusi Panjang Antrian

Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa antrian terpanjang, terpendek dan rata-rata yang terjadi adalah 76 m, 39m dan 60 m berdasarkan pengamatan langsung serta 64 m, 51 m dan 61 m berdasarkan simulasi *Vissim*. Sedangkan frekuensi antrian yang paling sering terjadi berdasarkan pengamatan langsung adalah pada panjang antrian 56-60 m dan berdasarkan simulasi *Vissim* pada panjang antrian 61-65 m. Untuk data dan grafik besarnya frekuensi kumulatif panjang antrian yang terjadi selama empat jam pengamatan di lapangan akan disajikan dalam satu tabel dan satu grafik di bawah ini :

Nomor	Interval panjang antrian (m)	Frekuensi		Persentase frekuensi antrian lapangan	Persentase frekuensi	Kumulatif frekuensi		Persentase kumulatif frekuensi	
		Antrian Lapangan	Antrian Vissim			lapangan	vissim	lapangan	vissim
1	30-35	0	3	0%	3%	0	3	0%	3%
2	36-40	3	3	3%	3%	3	6	3%	6%
3	41-45	0	1	0%	1%	3	7	3%	8%
4	46-50	4	3	4%	3%	7	10	7%	11%
5	51-55	16	4	17%	4%	23	14	24%	15%
6	56-60	29	8	30%	9%	52	22	54%	24%
7	61-65	21	26	22%	28%	73	48	76%	52%
8	66-70	15	48	16%	52%	88	96	92%	103%
9	71-75	7	0	7%	0%	95	96	99%	103%
10	76-80	1	0	1%	0%	96	96	100%	103%

Gambar 4 Tabel Kumulatif Panjang Antrian



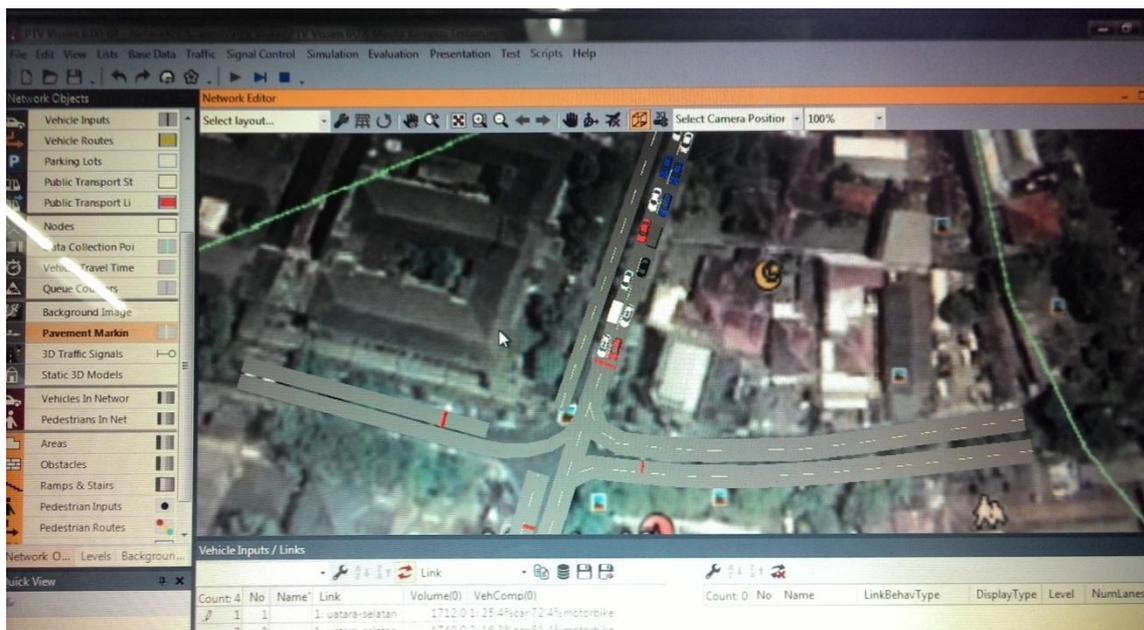
**Gambar 5** Grafik Frekuensi Antrian Kumulatif

Dari grafik pada gambar 5, dapat dilihat bahwa walaupun panjang antrian rata-rata hampir sama, namun penyebaran antrian antara kenyataan di lapangan dan simulasi dengan *software Vissim* berbeda.

Dari data tabel dan grafik di atas, dapat diketahui antrian terpanjang, antrian terpendek serta antrian rata-rata berdasarkan pengamatan di lapangan dan hasil simulasi menggunakan *software Vissim* yang dirangkum dalam tabel berikut ini :

**Tabel 1** Perbandingan Hasil Simulasi Vissim dan Pengamatan Lapangan

Parameter	Survey lapangan	<i>Software Vissim</i>
Antrian Maksimum (m)	76	69
Antrian Min (m)	39	34
Antrian Rata-rata (m)	60	62



Gambar 6 Simulasi Lalu Lintas menggunakan Software Vissim

Dari gambar di atas dapat dilihat simulasi lalu lintas menggunakan software vissim yang sedang dilakukan. Simulasi dilakukan dengan interval waktu tiap 3600 detik.

## KESIMPULAN

Dari data yang telah dikumpulkan dan dianalisis, dapat disimpulkan bahwa panjang antrian rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi dengan *software Vissim* hampir sama, yaitu 60 m dan 61 m. Diketahui juga bahwa terdapat perbedaan yang cukup jauh pada antrian terpanjang dan terpendek yang terjadi berdasarkan pengamatan langsung dan simulasi menggunakan software Vissim, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrian terpanjang dan 39 m dan 51 m untuk antrian terpendek. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan penyebaran antrian antara realita di lapangan dengan simulasi *Vissim*. ; Fungsi sebaran dalam *Vissim* ada dua, yaitu Wiedemann 74 dan Wiedemann 99. Wiedemann 74 digunakan untuk lalu lintas perkotaan, sedangkan Wiedemann 99 untuk lalu lintas antar kota. Karena itu dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan Wiedemann 74. Parameter sebaran kendaraan dalam Wiedemann 74 adalah *average standstill distance*, yaitu jarak antar kendaraan berhenti yang diinginkan serta *additive part of desired safety distance and multiplic*, yaitu jarak aman tambahan antar kendaraan berhenti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hustrijal. 2001. *Analisis Kapasitas Simpang Empat Bersinyal Studi Kasus Simpang Badran Jogjakarta*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Meldinizcha, E. H. 2013. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal MM Kaliurang Sebagai Dasar Perencanaan Simpang Untuk Mewujudkan Lingkungan Kampus Educopolis*.

Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Julianto, E. N. 2007. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar Minyak*. Tesis Program Studi Teknik Sipil Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : Penerbit ITB.

# KAJIAN ANALISIS KARAKTERISTIK PARKIR *OFF-STREET* KENDARAAN ANGKUTAN BARANG DAN PENGANTARAN BARANG DI PUSAT PERBELANJAAN PASAR JATINEGARA

**Desy Evriyani**  
Alumni dari  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Indonesia  
[Desievrriyani90@gmail.com](mailto:Desievrriyani90@gmail.com)

**Nahry**  
Dosen di  
Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Indonesia  
[nahry@eng.ui.ac.id](mailto:nahry@eng.ui.ac.id)

**Sutanto Soehodho**  
Dosen di  
Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Indonesia  
[ssoehodho@yahoo.com](mailto:ssoehodho@yahoo.com)

## Abstarct

Pasar Jatinegara as one of the shopping center for retailer in Jakarta has a problem with parking lot issue. As a wholesale shopping center, the parking lot is dominated by freight transport. This situation is getting worse due to on-street parking restriction during working days start from 17<sup>th</sup> June 2013. It caused the capacity of parking decreases. This research is aimed to analyze parking characteristic of freight and goods conveyance at Pasar Jatinegara. The characteristic of off-street parking such as accumulation, volume, duration, turn over, parking index, index of parking activity (IAP), and V/C ratio indicates that the performance of parking service before and after the regulation is still not sufficient. Meanwhile the characteristics of goods conveyance and stores delivery are still bad. There are few solutions proposed in order to improve the performance of off-street parking and goods conveyance.

**Keywords :** *Off - street parking , goods conveyance , Pasar Jatinegara*

## Abstrak

Pasar Jatinegara sebagai salah satu pusat perbelanjaan grosir yang berada DKI Jakarta tidak terlepas dari masalah parkir. Sebagai pusat perbelanjaan grosir, jenis angkutan yang cukup mendominasi lahan parkir Pasar Jatinegara adalah jenis kendaraan angkutan barang. Kondisi ini diperparah oleh adanya larangan parkir *on-street* pada hari kerja sejak tanggal 17 juni 2013 sehingga kapasitas parkir semakin berkurang. Studi ini dimaksudkan untuk menganalisa karakteristik parkir, khususnya terkait angkutan barang serta karakteristik pengantaran barang (goods conveyance) di Pasar jatinegara ini. Karakteristik parkir *off\_street* berupa akumulasi, volume, durasi, *turn over*, indeks parkir, indeks aktifitas parkir (IAP), dan *V/C ratio*, menunjukkan bahwa kinerja pelayanan parkir baik sebelum maupun sesudah regulasi masih kurang baik. Sementara itu, karakteristik untuk pengantaran barang serta pengiriman barang ke toko masih sangat buruk. Beberapa alternatif solusi perbaikkan diusulkan untuk mendapatkan kinerja pelayanan parkir maupun pengiriman dan pengantaran barang yang lebih baik.

**Kata kunci:** *Parkir off-street, Pengantaran barang, Pasar Jatinegara.*

## PENDAHULUAN

Akibat meningkatnya aktivitas perekonomian di Pasar Jatinegara maka terjadi peningkatan jumlah kendaraan angkutan barang. Hal ini menimbulkan masalah serius akibat ketidaksesuaian ketersediaan lahan parkir dibandingkan dengan jumlah kendaraan angkutan barang yang ada. Disisi lain, kendaraan angkutan barang memiliki karakteristik yang berbeda dengan kendaraan lainnya, seperti dimensi, manuver maupun kebutuhan proses bongkar muat serta pengantaran barang dari angkutan barang mengakibatkan kebutuhan ruang parkirnya menjadi khusus. Oleh karena itu diperlukan manajemen parkir yang memperhatikan secara khusus keberadaan angkutan barang sehingga diharapkan lalu lintas angkutan barang tersebut menjadi lebih lancar dan biaya logistic dapat dikurangi. Pemerintah DKI Jakarta pada tanggal 17 Juni 2013 telah memberlakukan aturan pelarangan parkir pada badan jalan di jalan Jatinegara Barat. Hal ini dilakukan dalam rangka memperbaiki kinerja arus lalu lintas di wilayah ini.

Tujuan studi ini adalah untuk menganalisis karakteristik parkir kendaraan angkutan barang di Pasar Jatinegara sebelum dan sesudah diberlakukannya larangan parkir *on-street*. Selanjutnya, menganalisis karakteristik pengantaran barang (*goods conveyance*) dan manajemen pesanan/stok di Pasar Jatinegara, dan menganalisis efektifitas pengaturan ruang parkir, khususnya terhadap kendaraan angkutan barang di Pasar Jatinegara.

## STUDI PUSTAKA

### Karakteristik Parkir

Karakteristik parkir digambarkan dalam bentuk parameter-parameter berikut ini :

#### *Volume Parkir*

Volume parkir adalah jumlah keseluruhan kendaraan yang menggunakan fasilitas parkir, biasanya dihitung dalam kendaraan yang parkir dalam satu hari (Abubakar, 1998). Rumus yang digunakan untuk menghitung volume parkir adalah:

$$\text{Volume} = N_{in} + X \quad (\text{Persamaan 1})$$

Dimana:

$N_{in}$  : Jumlah kendaraan yang masuk (kendaraan).

$X$  : Kendaraan yang sudah ada sebelum waktu survei (kendaraan).

#### *Akumulasi Parkir*

Akumulasi parkir adalah jumlah keseluruhan kendaraan yang parkir di suatu tempat pada waktu tertentu. Untuk mengetahui akumulasi parkir digunakan rumus (Mc Shane and Roess, 1990):

$$A_i = A_{i-1} + I_i - O_i \quad (\text{Persamaan 2})$$

Dimana:

$A_i$  : Akumulasi pada periode ke-i (kendaraan).

$A_{i-1}$  : Akumulasi pada periode sebelumnya (kendaraan).

$I_i$  : Kedatangan kendaraan pada periode i (kendaraan).

$O_i$  : Keluaran kendaraan pada periode i (kendaraan).

#### *Rata-rata Lamanya (Durasi) Parkir*

Durasi parkir adalah rata-rata lama waktu yang dipakai setiap kendaraan untuk berhenti pada ruang parkir. Rata-rata lamanya parkir dinyatakan dalam jam/kendaraan. Untuk mengetahui rata-rata lamanya parkir dari seluruh kendaraan selama waktu survei dapat diketahui dari rumus berikut (Oppenlender, 1976) :

$$D = \frac{\sum (N_x).(X).(I)}{(N_t)} \quad (\text{Persamaan 3})$$

Dimana :

$D$  : Rata – rata lama parkir/durasi (jam/kend).

$N_x$  : Jumlah kendaraan yang parkir selama interval waktu survei (kend.).

$X$  : Jumlah dari interval.

$I$  : Interval waktu survei (jam).

$N_t$  : Jumlah total kendaraan selama waktu survei.

Rata-rata lamanya durasi parkir dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yang berbeda berdasarkan lamanya waktu, sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 1. Kategori Durasi Parkir Berdasarkan Lamanya Waktu

Kategori	Keterangan
1	Durasi parkir pendek, pada umumnya kendaraan parkir kurang dari setengah jam
2	Durasi parkir menengah, pada umumnya kendaraan parkir selama 2-4 jam
3	Durasi parkir panjang, pada umumnya kendaraan parkir selama 12-16 jam
4	Durasi parkir lebih dari satu malam

Sumber: Parking Policy

### **Indeks Parkir (IP)**

Indeks parkir adalah perbandingan antara akumulasi parkir dengan kapasitas parkir. Nilai indeks parkir ini dapat menunjukkan seberapa besar kapasitas parkir yang telah terisi. Besaran indeks parkir ini akan menunjukkan apakah kawasan parkir tersebut bermasalah atau tidak (Putu Alit Suthayana, 2010). Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung indeks parkir adalah :

$$\text{Indeks parkir} = \frac{\text{Akumulasi parkir}}{\text{Kapasitas Parkir}} \quad (\text{Persamaan 4})$$

Dimana:

IP < 1 artinya bahwa fasilitas parkir tidak bermasalah, dimana kebutuhan parkir tidak melebihi daya tampung/ kapasitas normal.

IP = 1 artinya bahwa kebutuhan parkir seimbang dengan daya tampung/kapasitas normal.

IP > 1 artinya bahwa fasilitas parkir bermasalah, dimana kebutuhan parkir melebihi daya tampung/kapasitas normal.

### **Pergantian Parkir (Parking Turnover)**

Pergantian parkir atau Parking Turnover menunjukkan tingkat penggunaan ruang parkir yang diperoleh dengan membagi volume parkir dengan jumlah ruang parkir untuk periode waktu tertentu (Oppenlender, 1976). Rumus yang digunakan untuk menyatakan pergantian parkir adalah sebagai berikut:

$$TR = \frac{Nt}{S \cdot Ts} \quad (\text{Persamaan 5})$$

Dimana :

TR : Angka pergantian parkir (kend/SRP/jam)

Nt : Jumlah total kendaraan selama waktu survei (kend)

S : Jumlah petak parkir yang tersedia di lokasi studi

Ts : Lama periode analisis/waktu survey (jam)

Tingkat pergantian parkir juga dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yang berbeda berdasarkan lamanya waktu dan frekuensi penggunaannya, sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 2. Kategori *Parking Turnover* Berdasarkan Lamanya Waktu

Kategori parking turnover	Contoh Tipe Pengguna
Low turnover	Durasi parkir sepanjang hari
Medium turnover	Durasi parkir antara 2-12 jam, pada umumnya untuk parkir apartement dan hotel
High turnover	Durasi parkir pendek, pada umumnya untuk parkir di pusat perbelanjaan

Sumber: DCP 11 – Transport Guidelines for Development, 1996

**Indeks Aktifitas Parkir (IAP)**

Indeks Aktifitas Parkir adalah suatu ukuran/nilai untuk menyatakan tingkat kesibukan/aktifitas parkir di suatu area parkir tertentu. IAP memiliki hubungan sebagai berikut: (Swanson, 1994)

$$IAP = \frac{\text{Turnover rate}}{\text{Rerata Durasi parkir}} \times \text{Indeks Parkir} \quad (\text{Persamaan 6})$$

**Kapasitas Statis Parkir**

Kapasitas statis adalah jumlah ruang parkir yang tersedia pada suatu lahan parkir (Tamin, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, 2000). Kapasitas statis di lokasi studi ini diperoleh dari data rincian unit parkir dan dari hasil pengamatan visual yang dilakukan pada saat survei.

**Kapasitas Dinamis Parkir**

Kapasitas dinamis tergantung pada besarnya rata-rata durasi atau lamanya kendaraan parkir. Rumus yang digunakan untuk menentukan kapasitas dinamis adalah (Tamin, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, 2000):

$$\text{Kap. Dinamis Parkir} = \text{Kap. statis parkir} \times \frac{\text{Lamanya Survey}}{\text{Durasi Parkir}} \quad (\text{Persamaan 7})$$

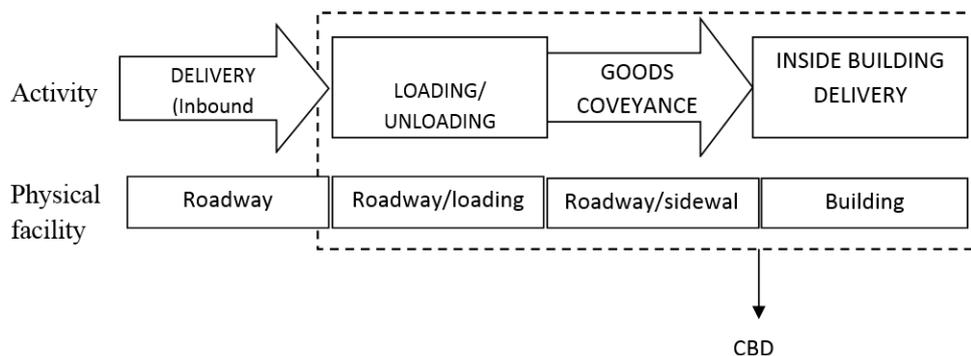
**Tingkat Pelayanan Parkir**

Tingkat pelayanan parkir dapat dinilai dengan menggunakan rasio Volume to Capacity (V/C ratio). Rasio ini adalah perbandingan antara volume kendaraan yang masuk ruang parkir dengan jumlah maksimal kendaraan yang dapat masuk parkir dalam kondisi normal. Pendekatan ini dilakukan dengan cara berikut:

$$V/C \text{ ratio} = \frac{\text{Volume parkir}}{\text{kapasitas dinamis}} \quad (\text{Persamaan 8})$$

**Aktivitas Pengiriman Barang (Goods Pick up Delivery)**

Aktivitas pengiriman barang di perkotaan (pusat kota) umumnya melalui aktivitas-aktivitas seperti digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1 Aktivitas Pengiriman Barang

Pengiriman barang diperkotaan diawali oleh perjalanan kendaraan angkutan barang dari titik asalnya menuju pusat kota menggunakan fasilitas jalan raya. Setelah tiba di titik tujuan, dilakukan proses bongkar muat barang, yang dilakukan di tempat khusus bongkar muat ataupun di badan jalan atau trotoar. Selanjutnya barang dibawa oleh pengangkut barang (*goods conveyance*) melalui trotoar ataupun badan jalan menuju toko atau gedung.

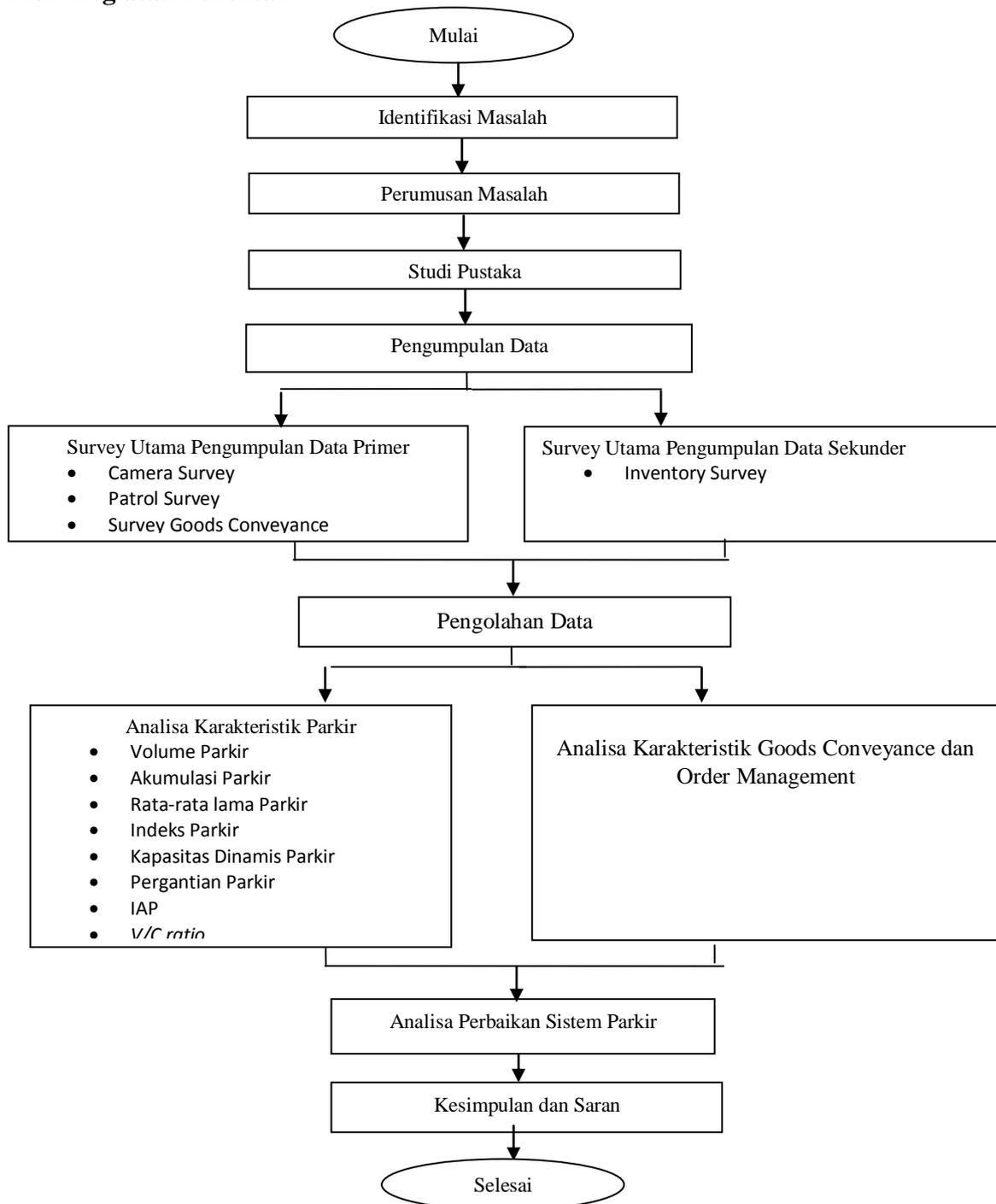
Terakhir, barang dibawa berjalan di dalam gedung, bila titik tujuan ada di dalam gedung. Seluruh aktivitas ini merupakan satu kesatuan aktivitas, sehingga upaya untuk memperbaiki sistem logistik kota perlu memperhatikan keseluruhan kegiatan ini.

## **METODE STUDI**

Pengumpulan data pada studi ini, terbagi atas pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data sekunder didapat dari PD. Pasar Jaya, sedangkan data primer diperoleh melalui pengamatan langsung, berupa patrol survey, camera survey, dan survey terkait pengantaran barang. Pengumpulan data primer dilaksanakan pada hari Rabu, 12 Juni 2013 pukul 7.00-17.00 (kondisi sebelum diberlakukannya regulasi) dan Kamis, 26 September 2013 pukul 7.00-17.00 (kondisi sesudah diberlakukannya regulasi). Sesudah tahapan pengumpulan data selesai, kemudian data tersebut diolah.

Patrol Survey dilakukan pada area parkir *off-street* mulai dari lantai dasar A sampai lantai 4A. Petugas survey melakukan pencatatan plat nomor kendaraan angkutan barang yang parkir pada setiap petak parkir yang digunakan. Pencatatan dilakukan dengan interval 30 menit. Camera survey dilakukan pada pintu masuk dan pintu keluar gedung parkir. Camera survey digunakan untuk pencatatan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar area parkir *off-street* tersebut. Pengantaran barang (*goods conveyance*) dan *order management* dilakukan dengan cara membagikan kuesioner terkait *goods conveyance* dan *order management* kepada penjaga/pemilik toko serta pemasok. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik *goods conveyance* dan *order management* di Pasar Jatinegara ini.

### Alur Kegiatan Penelitian



Gambar 1 Diagram alir studi

## PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

### Perhitungan Karakteristik Parkir

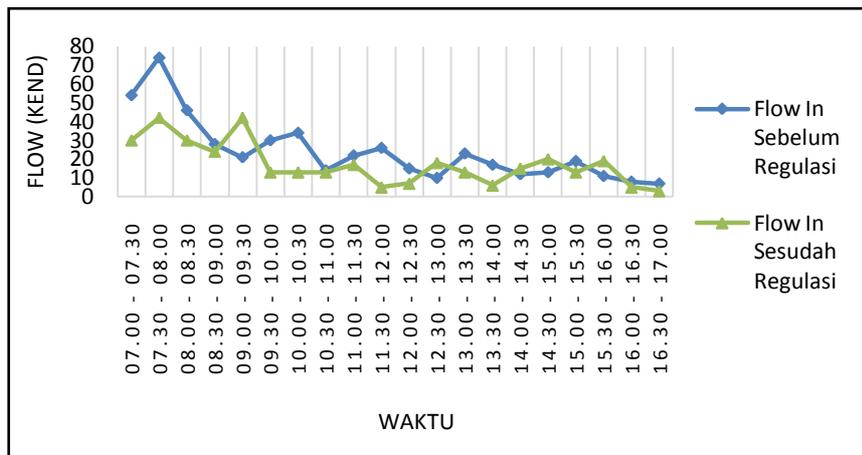
Pada saat petugas survey melakukan patrol survey, didapati banyaknya mobil penumpang yang diasumsikan sebagai kendaraan angkutan barang. Oleh karenanya, dalam studi ini dianggap bahwa mobil penumpang yang difungsikan sebagai angkutan barang komersial

ini sebagai angkutan barang. Dengan adanya kelompok kendaraan barang ilegal ini, maka penamaan mobil barang yang sesungguhnya menggunakan notasi MB, dan mobil barang ilegal menggunakan notasi MBI, serta gabungan mobil keduanya menggunakan notasi MBG. Pada penjelasan selanjutnya digunakan penamaan MB, MBI, dan MBG.

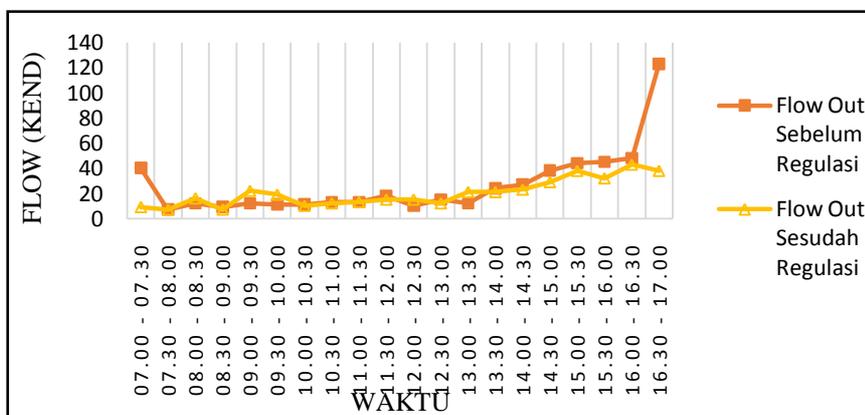
Pada perhitungan karakteristik parkir kendaraan angkutan barang ini diasumsikan bahwa mobil barang diparkir pada ruang tersendiri yang terpisah dengan ruang parkir angkutan non barang. Oleh karenanya, petak parkir yang digunakan dalam menghitung kapasitas statis parkir hanya petak parkir pada lantai dasar A, lantai 1A, lantai 2A, lantai 3A, dan lantai 4A yang keseluruhannya berjumlah 110 SRP. Pertimbangan ini diambil mengingat lantai-lantai tersebut berada satu tingkat dengan pertokoan. Jika keberadaan parkir tersebut satu tingkat dengan pertokoan maka untuk proses bongkar muat akan semakin cepat dan tidak mengganggu aktivitas kendaraan lainnya karena diparkir pada ruang tersendiri. Mengingat survey dilakukan pada saat sebelum dan sesudah regulasi, maka perhitungan dan analisa karakteristik parkir dibedakan menjadi sebelum dan sesudah regulasi.

Dari data yang telah dikumpulkan, dihitung variabel-variabel yang mewakili karakteristik parkir yaitu *flow in* dan *flow out*, akumulasi parkir, volume parkir, *turnover*, indeks parkir, durasi parkir, kapasitas dinamis parkir, indeks aktifitas parkir, dan tingkat pelayanan parkir (*V/C ratio*).

Karakteristik *flow in* dan *flow out* MBG sebelum dan sesudah regulasi ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3



Gambar 2 Grafik *Flow in* MBG Sebelum dan Sesudah Regulasi

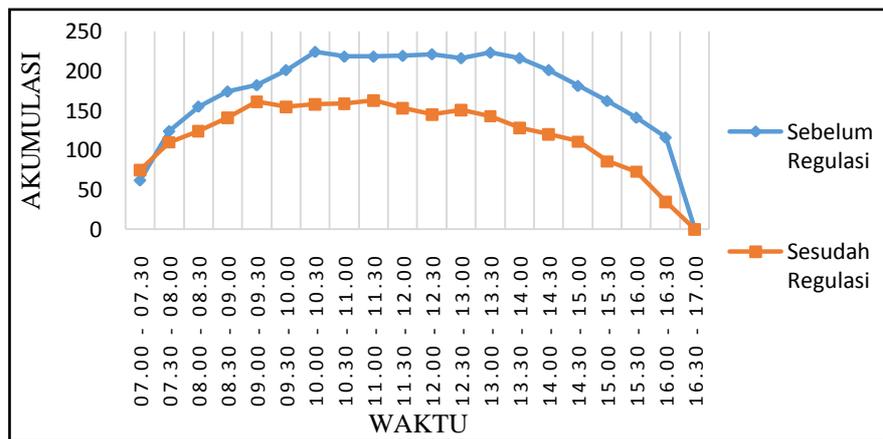


Gambar 3 Grafik *Flow out* MBG Sebelum dan Sesudah Regulasi

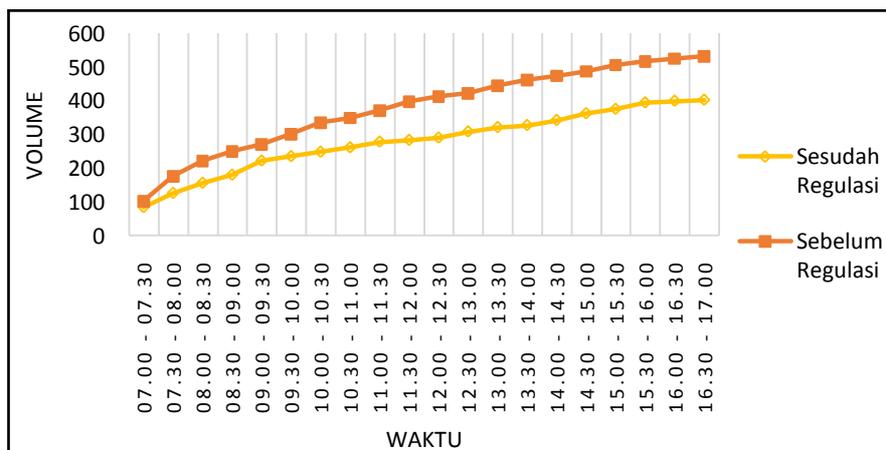
Pada gambar 2, terlihat grafik *flow in* MBG sebelum dan sesudah regulasi secara umum memiliki pola yang hampir sama, dimana pada pagi hari *flow in* parkir tinggi dan semakin siang *flow in* parkir menurun. Jika dilihat secara detail, grafik *flow in* sebelum regulasi mengalami fluktuasi dengan variasi amplitudo yang besar, khususnya pada pagi hari. Sementara grafik sesudah regulasi cenderung mengalami fluktuasi dengan variasi amplitudo yang lebih kecil namun cukup dinamis juga. *Flow in* sebelum regulasi cenderung lebih besar dibandingkan *flow in* sesudah regulasi terutama pada pagi hari. Hal ini diduga disebabkan sejak berlakunya pelarangan parkir *on-street*, pemilik toko di pasar Jatinegara maupun pemasok mengurangi frekuensi pengiriman barangnya, dikarenakan ketakutan akan susahnyanya mendapatkan ruang parkir.

Sementara pada gambar 3, grafik *flow out* MBG sebelum dan sesudah regulasi secara umum memiliki pola yang hampir sama, dimana pada pagi hari *flow out* rendah dan semakin siang *flow out* parkir semakin tinggi. Tetapi jika dilihat secara detail, grafik *flow out* sebelum regulasi mengalami kenaikan yang sangat tajam pada pukul 15.30. Sedangkan sesudah regulasi *flow out* mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan.

Selanjutnya, karakteristik akumulasi dan volume sebelum dan sesudah regulasi ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5



Gambar 4 Grafik Akumulasi Parkir Kendaraan Angkutan Barang



Gambar 5 Grafik Volume Kendaraan Angkutan Barang

Berdasarkan gambar 4, grafik akumulasi sebelum dan sesudah regulasi angkutan barang secara global memiliki pola yang juga hampir sama, dimana pada pagi hari akumulasi

parkir tinggi dan semakin sore akumulasi parkir menurun. Jika dilihat secara detail, grafik akumulasi parkir sebelum regulasi tertinggi terjadi pada pukul 11.00-13.30, sedangkan grafik akumulasi sesudah regulasi tertinggi terjadi pada jam 9.00-9.30. Sesudah diberlakukannya larangan parkir *on-street*, terlihat angkutan barang lebih cepat melakukan proses bongkar muat, sehingga dari grafik terlihat bahwa sejak terjadi puncak akumulasi di pagi hari akumulasi terus menurun.

Sementara pada gambar 5, grafik volume parkir sebelum dan sesudah regulasi secara global memiliki trend kenaikan yang hampir sama, hanya saja terjadi pengurangan volume kendaraan sesudah adanya regulasi parkir *on-street* yaitu sebesar 24.44%.

Rangkuman nilai karakteristik sebelum dan sesudah regulasi mobil barang ditunjukkan pada tabel 3

Tabel 3 Rangkuman Karakteristik Parkir

No	Parameter		Karakteristik Parkir		Perubahan (%)
			Sebelum Regulasi	Sesudah Regulasi	
1	Volume	MB	454	349	-23.23
		MBI	78	53	-32.05
		MBG	532	402	-24.44
2	Durasi		6.32	5.12	- 18.99
3	Kapasitas Dinamis Parkir		182.81	225.56	18.95
4	Pergantian Parkir		0.46	0.35	-23.91
5	Indeks Parkir		1.77	1.12	-36.72
6	IAP		0.13	0.08	-38.46
7	V/C Ratio		2.91	1.78	-38.83

Dari tabel 3 terlihat volume MBG sesudah regulasi lebih kecil 24.44% dari sebelum regulasi. Selanjutnya nilai durasi parkir sesudah regulasi lebih kecil sekitar 18.99% dari sebelum regulasi. Jika dilihat dari kinerja pelayanan parkir, seperti kapasitas dinamis parkir, pergantian parkir, Indeks Parkir, IAP, dan *V/C ratio*, terlihat bahwa kinerja pelayanan parkir sesudah regulasi lebih baik dari sebelum regulasi. Walaupun nilai IP maupun *V/C Ratio* masih berada di atas 1, yang menunjukkan ruang parkir dalam keadaan *over capacity*. Hal ini diduga sesudah regulasi mobil barang cenderung lebih cepat melakukan bongkar muat, ini terlihat dari penurunan durasi parkir sebesar 18.99% menjadi sebesar 5.12 jam. Faktor lainnya yang menyebabkan naiknya kinerja pelayanan parkir adalah penurunan volume MB sebesar 23.13% dan MBI sebesar 32.05%.

### Karakteristik Pengantaran Barang

Berdasarkan hasil kuesioner terhadap pemilik/penjaga toko serta pemasok, beberapa isu penting terkait aktivitas pengantaran barang di pusat perbelanjaan Pasar Jatinegara adalah sebagai berikut:

1. Sebanyak 15.19% pemilik toko menggunakan kendaraan penumpang miliknya sebagai kendaraan pengangkut barang (mobil barang ilegal). Kendaraan-kendaraan ini

walaupun tidak memiliki izin sebagai angkutan barang tetapi kendaraan tersebut kenyataannya digunakan sebagai angkutan barang.

2. Durasi parkir pemilik toko tinggi, dimana persentase terbesar (43%) lamanya kendaraan parkir berkisar antara 6-9 jam. Jika durasi yang tinggi tersebut dikaitkan dengan tarif parkir, maka ini diduga disebabkan oleh tarif parkir *off-street* yang tergolong murah, sehingga pengguna ruang parkir mengabaikan lamanya waktu parkir.
3. Sebanyak 53% kendaraan pemilik toko difungsikan sebagai *mobile warehouse*, dimana kendaraan tersebut berada di dalam ruang parkir mengikuti waktu buka dan tutupnya toko dan digunakan untuk menyimpan barang-barang (stok). Keberadaan *mobile warehouse* ini juga mengakibatkan tingginya durasi parkir.
4. Frekuensi pemasok mengirimkan barangnya ke Pasar Jatinegara cukup tinggi yaitu 3-6 kali/minggu. Mengingat proses pengiriman barang ini sangat terkait dengan penggunaan ruang parkir, maka dapat disimpulkan bahwa kendaraan pemasok juga memiliki peran penting dalam menentukan karakteristik parkir, khususnya dalam mengatur frekuensi pengiriman barang.

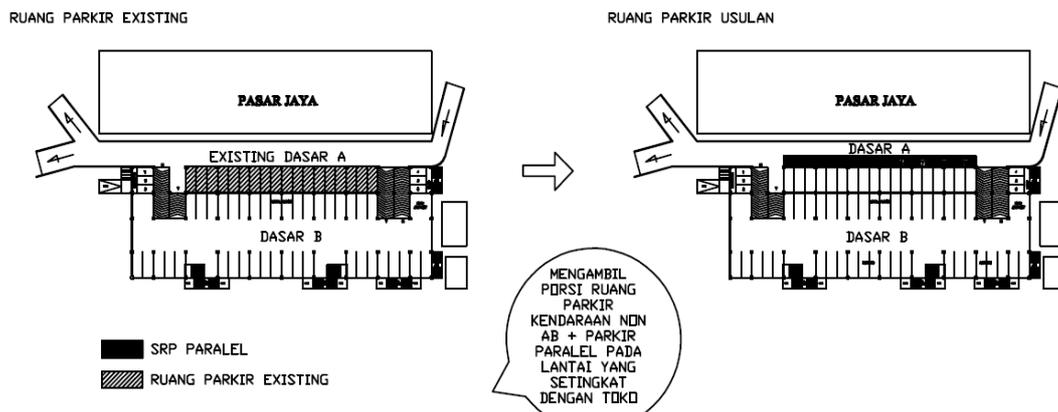
### **Analisa Perbaikan Sistem**

Berdasarkan analisa karakteristik parkir sebelumnya, kondisi pelayanan parkir pada saat ini terlihat masih kurang baik, walaupun telah dibuat regulasi untuk pelarangan parkir *on-street*. Berdasarkan isu-isu penting yang telah dibahas sebelumnya, beberapa skenario perbaikan diusulkan dan dianalisis untuk diketahui dampaknya terhadap karakteristik parkir *off-street* Pasar Jatinegara. Yang menjadi dasar perhitungan adalah kondisi sesudah diberlakukan regulasi. Beberapa skenario tersebut adalah sebagai berikut.

#### **1. Skenario 1 : Menambah Satuan Ruang Parkir (SRP)**

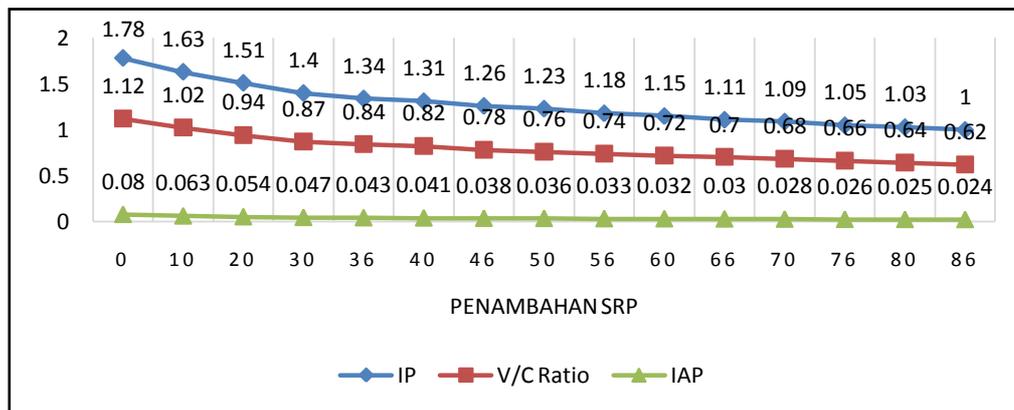
Indeks parkir sesudah diberlakukannya regulasi pelarangan parkir *on-street* hampir selalu berada di atas 1. Indeks parkir yang melewati 1 ini dikarenakan kapasitas parkir yang tidak memenuhi. Untuk menghindari ini, maka diperlukan tambahan kapasitas statis parkir *off-street* di Pasar Jatinegara.

Penambahan SRP untuk angkutan barang dilakukan dengan mengambil sebagian porsi ruang parkir kendaraan non angkutan barang dan dengan menggunakan tambahan parkir paralel. Parkir paralel tersebut tidak mengubah ukuran SRP yang ada. Berdasarkan ruang yang tersedia, penambahan SRP paralel per lantai sebesar 9 SRP, sehingga total penambahan 4 lantai (dasar A, 1A, 2A, dan 3A) menjadi 36 SRP. Penambahan SRP parkir paralel ini dimungkinkan karena persyaratan lebar minimum gang untuk jalan satu arah adalah 3 meter (Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1996), sedangkan dengan adanya penambahan SRP parkir paralel lebar gang tersebut masih tersisa 3.2 meter. Sketsa penambahan ruang parkir, ditunjukkan pada gambar 6



Gambar 6 Sketsa Penambahan Ruang Parkir Angkutan Barang

Untuk memperbaiki kinerja parkir pada skenario ini, dicoba berbagai kemungkinan jumlah penambahan SRP, sampai batas maksimal yang paling mungkin. Trend perbaikan kinerja parkir akibat penambahan SRP ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7 Trend Perbaikan Kinerja Parkir Akibat Penambahan SRP

2. Skenario 2 : Menerapkan aturan retribusi sesuai keputusan Direksi PD. Pasar Jaya nomor 136/2013

Isu penting lainnya di dalam parkir *off-street* pasar Jatinegara adalah tarif parkir yang terlalu murah. Hal tersebut memberikan dampak buruk bagi karakteristik parkir. Menurut keputusan Direksi PD. Pasar Jaya nomor 136/2013, tarif parkir untuk kendaraan angkutan barang adalah sebesar Rp. 5000 (1 Jam Pertama) & Rp. 3000 (jam berikutnya). Pada kenyataannya retribusi kendaraan yang parkir di pasar Jatinegara ini hanya dibayarkan sekali saja yaitu Rp 5000, dan untuk jam berikutnya tidak dipungut biaya lagi. Untuk tarif bulanan, pemilik toko hanya membayar sebesar Rp 150.000,- . Hal ini sungguh menyimpang dari biaya yang harusnya dikeluarkan sesuai peraturan. Jika saja angkutan barang diharuskan membayar sesuai tarif yang berlaku, diharapkan kendaraan-kendaraan tersebut akan membatasi durasi parkirnya. Seandainya tarif parkir dinaikkan, maka kemungkinan besar akumulasi akan menurun dan pergantian parkir akan lebih cepat, sehingga akan terjadi penurunan Indeks Parkir, IAP, dan *V/C ratio*.

Skenario tentang kenaikan tarif parkir ini atau lebih tepatnya implementasi retribusi parkir sesuai keputusan Direksi PD. Pasar Jaya ini ditunjang oleh hasil kuesioner yang menyatakan bahwa pemilik toko akan mempertimbangkan lamanya mereka parkir, jika

tarif parkir mencapai Rp. 25.000,- per sekali masuk. Nilai tarif parkir sebesar Rp. 25.000,- ini berdasarkan perhitungan sesuai peraturan PD Pasar Jaya, jika pengguna ruang parkir memarkirkan kendaraannya selama 6-9 jam. Untuk detail dari skenario ini diperlukan analisa lebih lanjut terkait tarif parkir di pasar Jatinegara.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari kajian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja pelayanan parkir di Pasar Jatinegara, seperti kapasitas dinamis parkir, pergantian parkir, Indeks Parkir, IAP, dan V/C Ratio, sesudah diberlakukannya regulasi pelarangan parkir on-street lebih baik dari sebelum regulasi. Namun berdasarkan nilai IP maupun V/C ratio terlihat bahwa pengguna ruang parkir sudah melebihi kapasitasnya.
2. Beberapa isu penting terkait aktivitas pengiriman barang di pusat perbelanjaan Pasar Jatinegara adalah keberadaan mobil barang ilegal yaitu mobil penumpang yang digunakan untuk mengangkut barang dagangan, dan mobile warehouse yaitu mobil yang digunakan untuk menyimpan stok barang. Keberadaan keduanya telah membuat tingginya durasi parkir. Hal ini terjadi diduga akibat rendahnya tarif parkir yang berlaku saat ini.
3. Ada dua metode alternatif yang dapat digunakan untuk memperbaiki kinerja pelayanan parkir. Alternatif pertama melakukan penambahan SRP untuk angkutan barang dan alternatif kedua dengan menerapkan aturan retribusi sesuai keputusan Direksi PD. Pasar Jaya nomor 136/2013 dimana tarif parkir untuk kendaraan angkutan barang adalah sebesar Rp. 5000 (1 Jam Pertama) & Rp. 3000 (jam berikutnya).

Saran-saran yang dapat diberikan dari kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk jangka pendek, disarankan untuk mengimplementasikan skenario 1. Dengan penambahan ruang parkir ini diharapkan kinerja pelayanan parkir *off-street* Pasar Jatinegara akan semakin membaik.
2. Pelarangan penggunaan *mobile warehouse*, karena kendaraan-kendaraan tersebut parkir dengan durasi yang cukup panjang dan proses bongkar muat dilakukan berulang-ulang. Jika mobile warehouse tidak diizinkan maka kapasitas statis parkir *off-street* angkutan barang ini dapat bertambah.
3. Mengimplementasikan skenario 2, yaitu dengan menerapkan tarif parkir sesuai keputusan Direksi PD. Pasar Jaya nomor 136/2013. Besarnya retribusi parkir perlu dianalisa lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I, dkk. (1998). *Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Fasilitas Parkir*. Jakarta: Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota Direktorat Jenderal Perhubungan.
- Departemen Perhubungan Direktur Jenderal Perhubungan Darat. (1996). *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta.
- Oppenlander, J. C., & Box, P. C. (1976). *Manual of Traffic Engineering Studies, 4th Edition*. Washington DC: Institute of Transportation Engineering Washington DC.
- Suthanaya, Putu Alit. (2010). Analisis Karakteristik dan Kebutuhan Ruang Parkir Pada Pusat Perbelanjaan Di Kabupaten Badung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14, 10-19.

- Khisty, C. Jotin. (1990). *Transportation Engineering : An Introduction*. New Jersey : Prentice-Hall.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 66 Tahun 1993. Fasilitas Parkir Untuk Umum. Jakarta.
- Swanson, H. A. (1994). ITE Journal. *A New Measure of Parking Activity - Parking Activity Index*.
- Tamin, Ofyar Z. (1999). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : Penerbit ITB.

## PENGEMBANGAN MODEL TINGKAT KESELAMATAN LALU LINTAS JALAN TOL

**Bambang Haryadi**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229  
Telp: 08562653391  
[haryaba@yahoo.com](mailto:haryaba@yahoo.com)

**Alfa Narendra**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229

**Agung Budiwirawan**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229

### Abstract

The study aim was to develop models that can be used to assess the level of toll road traffic safety. Model development was done with a focus on microscopic traffic conditions in the form of hourly traffic flow, which was expected to represent the traffic conditions at the time of accidents. To achieve the research objectives, data in the form of tollroad geometric characteristics, crash, and traffic volume, was collected from Jagorawi, Jakarta-Cikampek, Padaleunyi, and Palikanci toll road operators. Level of safety assessment models were developed from these data with generalized linear modeling (GLM) approaches, and calibrated using statistical techniques. This study successfully model the effect of hourly traffic flow and a number of toll road road geometry elements to the total accidents frequency. It was found that the negative binomial distribution fits to the data describing the incidence of traffic accidents on inter urban Indonesian toll roads.

**Keywords:** *toll road safety assessment, generalized linear modeling, negative binomial, accident prediction.*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang dapat digunakan untuk menilai tingkat keselamatan lalu lintas ruas jalan tol. Pengembangan model dilakukan dengan fokus pada kondisi mikroskopik lalu-lintas dalam bentuk arus lalu-lintas per jam (*hourly traffic flow, q*) sebagai ganti LHR, yang diharapkan lebih mewakili kondisi lalulintas pada saat terjadinya kecelakaan. Untuk mencapai tujuan penelitian data karakteristik geometri jalan, kecelakaan, dan lalulintas diambil dari jalan tol Jagorawi, Jakarta-Cikampek, Padaleunyi, dan Palikanci. Model penilaian tingkat keselamatan dikembangkan dari data tersebut dengan teknik *generalized linear modelling* (GLM), dan dikalibrasi dengan menggunakan teknik-teknik statistik. Penelitian ini berhasil memodelkan pengaruh *hourly traffic flow* (volume lalu lintas per jam) dan sejumlah elemen geometri jalan terhadap jumlah kecelakaan lalu lintas total pada bagian *basic freeway segment* pada ruas jalan tol antar kota. Dari penelitian ini ditemukan bahwa distribusi binomial negatif cocok untuk mendeskripsikan data kejadian kecelakaan lalu lintas di ruas jalan tol antar kota Indonesia.

**Kata kunci:** *penilaian keselamatan, jalan tol, generalized linear modelling, binomial negatif, prediksi kecelakaan.*

## PENDAHULUAN

Pengembangan metode yang dapat mengukur tingkat keselamatan jalan tol akan memungkinkan perencana dan pengelola jalan tol menentukan tingkat keselamatan ruas jalan tertentu dan dapat digunakan sebagai alat bantu untuk menyusun prioritas proyek pembangunan dan peningkatan keselamatan jalan. Pengembangan model untuk menilai tingkat keselamatan ruas jalan tol merupakan titik awal dalam upaya mewujudkan metodologi untuk identifikasi ruas jalan tol yang bermasalah keselamatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode penilaian keselamatan ruas jalan tol yang bisa digunakan untuk menilai dan membandingkan tingkat keselamatan ruas jalan tol.

Model penilaian tingkat keselamatan adalah model matematis untuk memperkirakan kejadian kecelakaan pada suatu ruas jalan tertentu (Kanonov, et.al, 2008; Powers & Carson, 2004; Hauer, 2004). Tingkat keselamatan dinyatakan dalam jumlah kecelakaan per kilometer per satuan waktu (kecelakaan/km/tahun).

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan model statistik untuk mengisolasi karakter-karakter spesifik yang signifikan dalam menentukan probabilitas kecelakaan pada ruas-ruas jalan tertentu. Dalam hubungan dengan karakteristik arus lalu lintas, sebagian besar penelitian memusatkan perhatian untuk menentukan hubungan antara kecelakaan dengan volume lalu lintas (Gwynn, 1967; Cedar & Livneh, 1982; Persaud & Dzbik, 1993; Hadi *et al.*, 1995; Mensah & Hauer, 1998; Martin 2002). Penelitian yang lain mengkaji keselamatan ruas jalan bebas hambatan sebagai fungsi dari karakteristik arus lalu lintas yang lain, seperti rasio V/C (Chang *et al.*, 1999; Frantzeskakis & Iordanis, 1987; Hall & Pendleton, 1989; Lord *et al.*, 2005) dan tingkat pelayanan (Persaud & Nguyen, 1998).

Penelitian yang berkaitan dengan hubungan karakteristik geometrik dan kecelakaan diantaranya dilakukan oleh Miaou dan Lum (1993) yang mengkaji hubungan antara geometri jalan dengan kecelakaan truk. Shankar *et al.* (1995) melakukan evaluasi efek geometri jalan dan faktor lingkungan pada frekuensi kecelakaan di luar perkotaan, sedangkan Poch dan Mannering (1996) mengembangkan model untuk identifikasi elemen-elemen lalu-lintas dan geometri yang paling signifikan dalam menentukan frekuensi kecelakaan pada suatu persimpangan. Sementara itu Mohamedshah *et al.* (1992) menggunakan regresi linier untuk memprediksi angka keterlibatan truk dalam kecelakaan per mil per tahun berdasarkan pada LHRT (lalu-lintas harian rata-rata tahunan), LHRT truk, lebar bahu, lengkung horizontal, dan kelandaian vertikal.

Walaupun banyak kemajuan, tetapi masih terdapat ketidakjelasan dalam pemahaman bagaimana karakteristik lalu lintas dan geometrik yang berbeda-beda mempengaruhi keselamatan pada berbagai ruas jalan tol. Kelemahan dari kebanyakan model tersebut terutama adalah kurangnya informasi tentang kondisi lalu-lintas pada saat kecelakaan terjadi, karena variabel lalu lintas yang digunakan bersifat makroskopik dalam bentuk lalu-lintas harian rata-rata tahunan (LHRT). Problem yang melekat pada model makroskopik adalah bahwa model yang berdasarkan LHR akan mengindikasikan potensi kecelakaan yang identik antara jalan tol dengan arus lalu lintas yang tinggi selama periode jam puncak dengan jalan tol dengan LHR yang sama tetapi dengan arus lalu lintas yang tersebar merata sepanjang hari, yang jelas mempunyai potensi kecelakaan yang berbeda (Persaud & Dzbik, 1993). Selain itu, kondisi lalu-lintas tidak diintegrasikan dengan karakteristik geometri, sehingga model tidak dapat diterapkan di lokasi yang lain. Agar lebih bermanfaat harus dikaji bagaimana variabel volume lalu-lintas per jam, yang bersifat mikroskopik, maupun karakteristik geometri bersama-sama berkontribusi pada kecelakaan yang terjadi pada berbagai lokasi jalan tol (bebas hambatan) di Indonesia.

## **METODE PENELITIAN**

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan sebagai data kecelakaan, data lalu lintas, dan data geometri jalan. Data diperoleh dari dokumentasi pengelola jalan tol (PT Jasamarga), disamping pengamatan langsung di lapangan untuk verifikasi. Data untuk penelitian ini diperoleh dari empat jalan tol, yaitu jalan tol Jagorawi (Jakarta - Bogor - Ciawi), Japek (Jakarta - Cikampek), Padaleunyi (Padalarang - Cileunyi), dan Palikanci

(Palimanan - Kanci). Data untuk masing-masing jalan tol diperoleh dari Kantor Pusat PT Jasamarga dan pengelola jalan yang bersangkutan, dalam hal ini adalah PT Jasamarga (Persero) Cabang Jagorawi, Japek, Purbaleunyi, dan Palikanci. Dipilihnya jalan tol tersebut sebagai sampel dalam analisis karena memenuhi kriteria jalan tol sudah beroperasi dengan sistem tertutup minimal 6 tahun, serta pada jalan tol tersebut dilakukan pencatatan volume lalu lintas, kecelakaan dan pemeliharaan jalan dengan baik.

Hasil dari penelitian ini adalah model statistik berupa persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara variabel terikat berupa frekuensi kecelakaan lalu-lintas, dengan variabel bebas yang merepresentasikan kondisi mikroskopik lalu-lintas dan karakteristik geometri pada ruas jalan yang bersangkutan. Kondisi mikroskopik lalu lintas tersebut di atas berupa volume lalu-lintas per jam, sedangkan secara umum karakteristik geometri jalan meliputi panjang jalan, alinyemen, dan penampang melintang. Pemodelan dilakukan dengan teknik GLM atau *Generalized Linear Model* (McCullagh & Nelder, 1989; Dobson, 1990) dengan menggunakan perangkat lunak R (R Development Core Team, 2008).

## HASIL DAN PEMBAHAS

Tabel 1. Rangkuman nilai variabel karakteristik geometrik sampel ruas jalan tol.

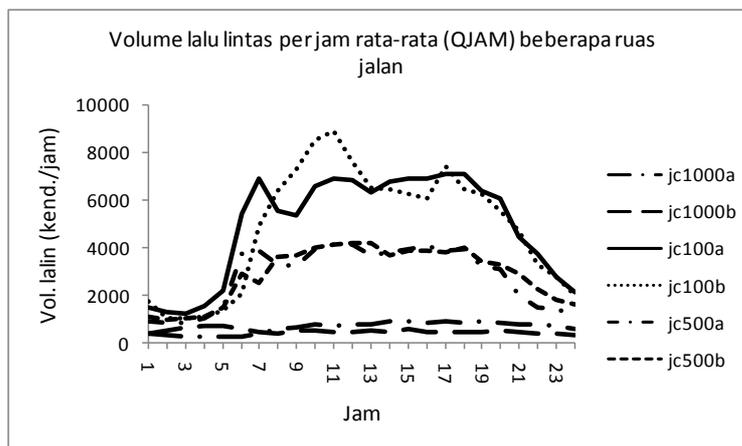
Variabel	Level	Nilai			
		Min	Maks	Rerata	Std. dev.
Panjang ruas jalan (km)		1.2	14.8	5.92	3.02
Lengkung Hor. (rad/km)		0	0.91	0.16	0.17
Naik-turun vertikal (m/km)		1.31	28.47	6.13	5.19
Jumlah lajur	2; 3; 4				
Lebar lajur (m)	3.60; 3.75				
Lebar jalur lalu lintas (m)		7.2	14.4	9.29	2.76
Lebar bahu dalam (m)	0.75; 1.50; 1.75				
Lebar bahu luar (m)	2.50; 3.00; 3.75				
Tipe median	Dinding; Guardrail; Terbuka				
Lebar median (m)	0.60; 3.00; 11.50				

Tabel 1 menyajikan rangkuman nilai karakteristik geometrik ruas jalan tol yang dianalisis untuk pengembangan model. Terdapat 10 karakteristik geometrik jalan tol yang merupakan kandidat variabel bebas dalam analisis regresi untuk mengembangkan model frekuensi kecelakaan. Panjang ruas jalan, lengkung horizontal, dan naik-turun vertikal merupakan variabel numerik. Panjang ruas jalan berkisar antara 1.2 km hingga 14.8 km dengan rerata dan simpangan baku masing-masing 5.92 km dan 3.02 km. Ruas sampel jalan tol pada umumnya mempunyai tipe alinyemen datar, dimana nilai lengkung horizontal rata-rata kurang dari 1 rad/km (0.16 rad/km) dan naik+turun vertikal kurang dari 10 m/km (6.13 m/km), meskipun terdapat ruas dengan nilai naik+turun 28.47 m/km.

Jumlah lajur, lebar lajur, lebar bahu dalam, lebar bahu luar, dan lebar median merupakan variabel diskrit. Variabel tersebut mempunyai nilai yang terbatas. Jumlah lajur mempunyai 3 level nilai, yaitu: 2, 3, dan 4. Lebar lajur hanya mempunyai 2 level nilai 3.60 m dan 3.75 m. Lebar bahu dalam, lebar bahu luar, dan lebar median masing-masing mempunyai 3 level nilai. Lebar jalur lalu lintas merupakan produk dari lebar lajur dan jumlah lajur. Sedangkan tipe median merupakan variabel dengan tipe nominal, dengan 3 level, yaitu: dinding beton, *guardrail* (pagar penahan), dan lajur terbuka berupa rerumputan.

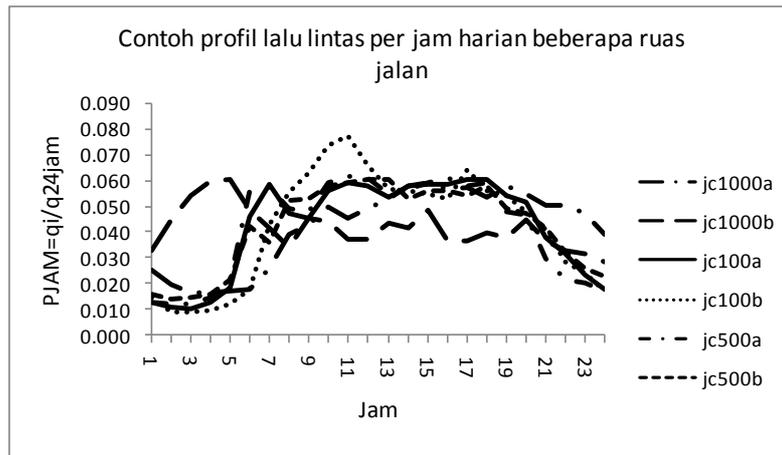
Data besarnya arus lalu lintas per jam pada saat terjadinya kecelakaan tidak tersedia secara langsung. Untuk mengatasi persoalan ini data besarnya arus lalu lintas per jam diturunkan dari LHR dengan menggunakan profil lalu lintas harian tipikal dengan prosedur sebagai berikut.

Untuk mendapatkan profil lalu lintas harian tipikal dilakukan survei lalu lintas pada hari-hari tipikal pada minggu tipikal. Dari hasil survei ini diperoleh data volume lalu lintas rata-rata per jam (QJAM) selama 24 jam pada tiap ruas. Gambar 1 menunjukkan contoh fluktuasi volume lalu lintas per jam dalam periode 24 jam pada lokasi ruas jalan jc100a, jc100b, jc500a, jc500b, jc1000a, dan jc1000b yang semuanya berada pada Jalan Tol Jakarta - Cikampek.



Gambar 1. Volume lalu lintas rata-rata per jam (QJAM) pada lokasi ruas jalan jc100a, jc100b, jc500a, jc500b, jc1000a, dan jc1000b

Volume tiap jam (QJAM) selama 24 jam dijumlahkan untuk mendapatkan volume total untuk periode satu hari. Selanjutnya proporsi untuk tiap jam (PJAM) didapatkan dengan membagi volume lalu lintas jam yang bersangkutan (QJAM) dengan volume total selama 24 jam. Pada Gambar 2 disajikan contoh profil lalu lintas tipikal per jam selama sehari yang menunjukkan fluktuasi nilai proporsi volume lalu lintas dalam periode satu jam terhadap volume lalu lintas harian pada lokasi ruas jalan jc100a, jc100b, jc500a, jc500b, jc1000a, dan jc1000b.



Gambar 2. Profil lalu lintas per jam harian (PJAM) tiap ruas jalan

Nilai volume lalu lintas per jam yang digunakan untuk analisis (VJAM) diperoleh dengan mengalikan nilai LHRT dari ruas yang bersangkutan dengan proporsi volume lalu lintas (PJAM) pada jam tersebut. Jadi,

$$VJAM_i = PJAM_i \times LHRT$$

dimana

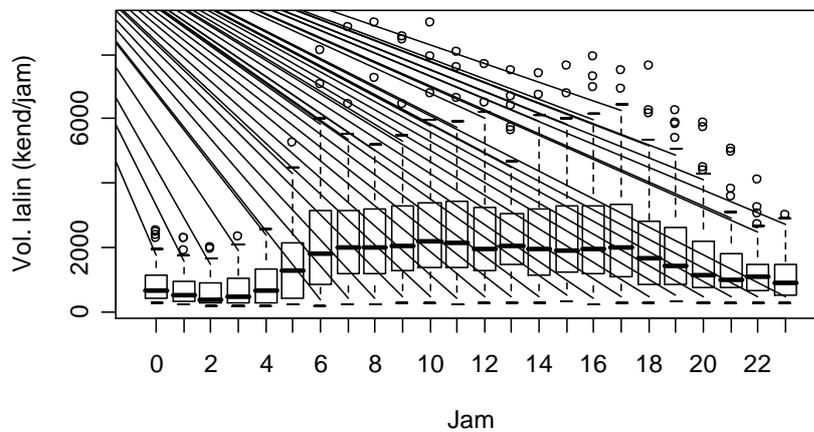
VJAM<sub>i</sub> = Volume lalu lintas per jam pada jam i

PJAM<sub>i</sub> = Proporsi lalu lintas pada jam i terhadap lalu lintas harian

$$PJAM_i = \frac{QJAM_i}{\sum_{i=1}^{i=24} QJAM_i}$$

QJAM<sub>i</sub> = Volume lalu lintas per jam pada jam i hasil pengamatan

Volume lalu lintas mempunyai rentang nilai antara 150 kendaraan/jam hingga 3500 kendaraan/jam untuk jalan tol 2-lajur dengan nilai rerata dan median sekitar 1000 kendaraan/jam. Rentang nilai volume lalu lintas untuk jalan tol 3-lajur adalah antara 300 hingga 9000 kendaraan/jam dengan nilai median dan rerata sekitar 2500 kendaraan/jam. Sedangkan untuk jalan tol 4-lajur nilai volume lalu lintas mempunyai rentang antara 700 hingga 9000 kendaraan/jam dengan nilai median 4000 kendaraan/jam dan rerata 7200 kendaraan/jam. Pada Gambar 3 diperlihatkan sebaran nilai volume lalu lintas selama 24 jam. Dari Gambar 3 terlihat bahwa dalam sehari volume lalu lintas berfluktuasi dari nilai median terendah pada sekitar jam 2 dini hari, berangsur naik hingga mencapai puncak pada sekita pukul 7 pagi hari. Selanjutnya volume lalu lintas cenderung stabil, walaupun mengalami fluktuasi kecil, hingga sekitar pukul 17, hingga akhirnya cenderung berangsur-angsur turun hingga mencapai nilai minimum pada sekitar 2 dini hari.



Gambar 3. Distribusi volume lalu lintas per jam

Data kecelakaan yang digunakan dalam analisis hanya data kecelakaan yang terjadi pada bagian *basic freeway segment*. Kecelakaan yang terjadi di gerbang tol, *interchange*, dan *ramp* tidak dimasukkan. Secara keseluruhan ada 5449 kasus kecelakaan yang terjadi pada jalan tol yang dikaji dalam penelitian ini selama periode analisis tiga tahun.

Usaha pertama untuk menangkap hubungan antara jumlah kecelakaan total dengan semua regresor adalah dengan model regresi *basic-Poisson* (Poisson-ML). Tabel 3 menyajikan estimasi nilai koefisien tiap variabel beserta uji Wald parsial yang bersangkutan. Semua variabel mempunyai signifikansi yang tinggi, kecuali variabel kelandaian memanjang naik-turun vertikal dan lebar bahu luar yang tidak signifikan dengan nilai-p berturut-turut adalah 0.297 dan 0.125. Meskipun demikian, hasil uji Wald ada kemungkinan terlalu optimistis dikarenakan spesifikasi *likelihood* yang tidak tepat (Zeileis et al. 2008) dalam model *basic-Poisson*.

Sebagaimana yang ditunjukkan dalam analisis eksplorasi pada bagian sebelumnya, terdapat over-dispersi dalam data. Agar berada pada sisi yang aman, model *basic-Poisson* perlu dianalisis ulang dengan *robust standard error*. Untuk itu uji Wald dihitung ulang dengan menggunakan *sandwich standard errors*. Hasilnya disajikan dalam Tabel 3. Serupa dengan yang dihasilkan model regresi Poisson-ML dasar, kecuali kelandaian memanjang jalan dan lebar bahu luar, semua variabel tetap signifikan. Perbedaan hasil dari model *adjusted Poisson* ini bila dibandingkan dengan model Poisson-ML adalah bahwa nilai *standard error* masing-masing variabel lebih besar.

Seperti sudah dibahas sebelumnya, gejala over-dispersi seringkali terjadi pada data kecelakaan. Untuk mengkonfirmasi hal ini dilakukan analisis dengan model regresi quasi-Poisson, yang menyelesaikan persoalan over-dispersi ini dengan cara yang lebih formal. Hasil analisis dengan model quasi-Poisson untuk kecelakaan total disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis dengan model quasi-Poisson menghasilkan taksiran parameter dispersi  $\phi = 2.054$  yang jelas lebih besar dari 1. Sehingga mengkonfirmasi bahwa over-dispersi benar-benar ada dalam data. Hasil uji Wald parsial yang dihasilkan untuk masing-masing koefisien serupa dengan hasil yang diperoleh dengan regresi Poisson dengan *sandwich standard errors*, yang mengarah pada kesimpulan yang sama.

Cara yang lebih formal untuk mengakomodasi over-dispersi dalam model regresi data cacah adalah dengan menggunakan model binomial negatif. Hasilnya adalah seperti ditampilkan dalam Tabel 3. Sebagaimana nampak pada Tabel 3, baik nilai koefisien maupun *standard error* yang dihasilkan dengan model regresi binomial negatif serupa dengan yang dihasilkan dengan model quasi-poisson dan *sandwich-adjusted* Poisson. Oleh karena, dalam kaitannya dengan prediksi nilai *mean*, ketiga model memberikan hasil yang serupa; uji Wald parsial yang bersangkutan juga mengarah pada kesimpulan yang sama.

Salah satu keuntungan model binomial negatif adalah bahwa model ini berkaitan dengan *formal likelihood*, sehingga kriteria informasi (yaitu: *Akaike Information Criteria*, AIC) langsung tersedia. Selain itu, jumlah nilai nol harapan dapat dihitung dari *fitted densities* dengan  $\sum_i f(0, \hat{\mu}_i, \hat{\theta})$ .

Setelah dilakukan analisis beberapa model regresi untuk jumlah kecelakaan total, yang perlu dilakukan selanjutnya adalah memahami apa yang menjadi persamaan dan perbedaan dari model-model tersebut. Selanjutnya, dapat ditentukan model mana diantara model-model tersebut yang paling tepat menggambarkan hubungan jumlah kecelakaan total dengan prediktornya. Tabel 3 menyajikan ringkasan empat model regresi untuk kecelakaan total, yang mencakup informasi tentang model yang bersangkutan, estimasi koefisien tiap variable berikut *standar error*-nya, nilai *log likelihood*, *information criteria*, dan lain-lain.

Hasil yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa model binomial negatif jelas lebih unggul dibandingkan model ML-Poisson. Model quasi-Poisson dan model *sandwich-adjusted* Poisson tidak berkaitan dengan *fitted likelihood*. Model binomial negatif meningkatkan kecocokan secara dramatis. Hal ini juga merefleksikan bahwa over-dispersi yang ada dalam data dapat ditangkap dengan lebih baik dengan model binomial negatif dibandingkan oleh model Poisson biasa.

Yang terakhir, perhatian ditujukan pada bagaimana cacah nol ditangkap oleh berbagai model. Untuk hal ini, cacah nol observasi dibandingkan dengan jumlah cacah nol harapan hasil prediksi model-model yang berbasis *likelihood*. Hasilnya disajikan dalam Tabel 3. Sekali lagi model Poisson-ML tidak tepat menaksir cacah nol, sedangkan model yang berdasarkan binomial negatif lebih baik dalam memodelkan cacah nol. Jumlah cacah nol hasil observasi adalah 257, dan taksiran model binomial negatif cocok dengan pengamatan. Sebagai rangkuman, model binomial negatif merupakan model terbaik, dalam kaitannya dengan kecocokan, untuk data kecelakaan total.

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa model binomial negatif merupakan yang model terbaik untuk data kecelakaan total. Oleh karena itu model binomial negatif dipilih untuk memodelkan kecelakaan total. Meskipun dari nilai *deviance* mengindikasikan kecocokan model yang memuaskan, perlu dilihat apakah beberapa penyesuaian dalam model berkaitan dengan pemilihan variabel secara statistik mendapat justifikasi.

Untuk menentukan variabel bebas yang mana yang harus dimasukkan dalam model digunakan AIC (*Akaike's information criterion*). AIC melakukan identifikasi model yang terbaik diantara model-model dengan jumlah paramater yang berbeda. AIC didefinisikan sebagai berikut.

$$AIC = -2 * ML + 2 * k$$

Dimana ML adalah *maximum likelihood*, sedangkan k adalah jumlah variabel dalam model. Semakin kecil nilai AIC semakin baik model. Pemilihan variabel bebas dilakukan dengan prosedur *stepwise*, untuk menghasilkan model terbaik berdasarkan nilai AIC

minimum. Prosedur *stepwise* dilakukan dengan dimulai dari model yang mengandung seluruh kandidat variabel bebas.

Karena variabel naik+turun vertikal dan lebar bahu luar tidak signifikan dalam model, dilakukan *rerun* model dengan mengeluarkan variabel tersebut dari model. Hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 4 to1-nbin, to2-nbin, dan to3-nbin masing-masing adalah model regresi binomial negatif dengan memasukkan semua kandidat variabel bebas, model binomial negatif tanpa variabel naik+turun vertikal, dan model binomial negatif tanpa variabel naik+turun vertikal dan lebar bahu luar. Dapat dilihat bahwa model to3-nbin mempunyai AIC yang minimal, sehingga bisa dianggap sebagai model terbaik.

Perubahan *deviance* antara *null model* dan *full model* merupakan ukuran seberapa besar kecocokan *full model* lebih baik dibandingkan dengan *null model* (yaitu model yang hanya mengandung *intercept* saja pada ruas kanan). Uji-Wald juga dapat dilakukan untuk mendapatkan *overall model fit*.

Model regresi binomial negatif yang dipilih untuk memprediksi jumlah kecelakaan total (Model to3.nbin) secara statistik signifikan ( $\chi^2 = 987.7$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.000$ ). Demikian pula variabel prediktor semua masing-masing juga signifikan.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memodelkan dan mendeskripsikan pengaruh *hourly traffic flow* (volume lalu lintas per jam) dan sejumlah elemen geometri jalan terhadap jumlah kecelakaan lalu lintas total. Variabel volume lalu lintas per jam dan panjang ruas merupakan variabel yang mempunyai pengaruh langsung (*direct effects*) pada kecelakaan, sehingga mempunyai bentuk pangkat (*power*) dalam model. Karakteristik geometri dan variabel periode waktu harian mempunyai *indirect effect* terhadap jumlah kecelakaan. Oleh karena itu, variabel karakteristik geometri dan periode waktu harian muncul dalam bentuk eksponensial dalam model prediksi kecelakaan. Sehingga walaupun nilai variabel tersebut nol atau mendekati nol model tidak memprediksi jumlah kecelakaan nol atau negatif, tetapi akan tergantung pada paparan lalu lintas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LP2M Unnes dan Ditlitabmas Ditjen Dikti Kemdikbud yang telah memberikan dana dan memungkinkan dilakukannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cedar, A. and M. Livneh, 1982. Relationship between road accidents and hourly traffic flows-I and II. *Accident Analysis and Prevention*, 14(1): 19-44.
- Chang, J., C. Oh, and M. Chang, 1999. Effects of traffic condition (v/c) on safety a freeway facility sections. *Proceedings: Fourth International Symposium on Highway Capacity*, 1999, pp. 200-208.
- Dobson, A.J., 1990. *An Introduction to Generalized Linear Models*. Chapman & Hall /CRC, Boca Raton.

- Frantzeskakis, J.M. and D.I. Iordanis, 1987. Volume-to-capacity ratio and traffic accident on interurban four-lane highways in Greece. *Transport. Res. Record* 1213:64-71.
- Garber, N.J. and A.A. Ehrhart, 2000. *The effects of speed, flow, and geometric characteristics on crash rates for different types of virginia highways*. Final Report, Virginia Transportation Research Council, VTRC 00-R15.
- Gwynn, D.W., 1967. Relationship of accident rates and accident involvements with hourly volumes, *Traffic Quarterly*. 21(3): 407-418.
- Hadi, M., J. Aruldas, L.F. Chow, and J.J.A. Wattleworth, 1995. Estimating safety effects of cross-section design of various highway types using negative binomial regression. *Transport. Res. Record*. 1500:169-176.
- Hall, J.W. and O.J. Pendleton, 1989. Relationship between V/C ratio and accident rates, FHWA Report HPR-NM-88-02, US Department of Transportation.
- Harnen, S., R.S. Radin Umar, S.V. Wong, and W.I. Wan Hashim, 2003. Motorcycle crash prediction model for non-signalised intersections. *IATSS Research*, 27(2): 58-65.
- Hauer, E., 2004. Statistical Road Safety Modeling. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1897, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2004, pp. 81-87.
- Kanonov, Bailey, & Allery, 2008. Exploratory Examination of Functional Form of Safety Performance Functions of Urban Freeway. Paper submitted for presentation at the 2008 TRB Annual Meeting.
- Lord, D., A. Manar, and A. Vizioli. 2005. Modeling Crash-Flow-Density and Crash-Flow-V/C Ratio Relationships for rural and Urban Freeway Segments. *Accident Analysis and Prevention* 37 (1): 185-199.
- Mahalel, D., 1986. A note on accident risk. *Transportation Research Record*, 1068: 85-89.
- Maher, M.J. and I. Summersgill, 1996. A comparative methodology for the fitting of predictive accident models. *Accid. Anal. And Prev.*, 28(3): 281-296.
- Martin, J.L., 2002. Relationship between crash rate and hourly traffic flow on interurban motorways. *Accid. Anal. And Prev.* 34: 619-629.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder, 1989. *Generalized Linear Models*, 2nd. Ed., Chapman & Hall, London
- Mensah, A. and E. Hauer, 1998. Two Problems Of Averaging Arising In The Estimation Of Relationship Between Accident And Traffic Flow. *Transport. Res. Record*, 1635: 37-43.
- Miaou, S.-P. and Lum, H., 1993. Modeling Vehicle accident and highway geometric design relationship, *Accident Analysis and Prevention*, 25(6): 689-709.
- Miaou, S.P. and D. Lord, 2003. Modeling Traffic Crash-Flow Relationships For Intersections: Dispersion Parameter, Functional Form, And Bayes Versus Empirical Bayes. *Transport. Res. Record*, 1840: 31-40.
- Mohamedshah, Y.M., J.K. Paniati, and A.G. Hobeika, 1992. Truck accident models for interstates and two lane rural road. *Transportation Research Board 71<sup>st</sup> Annual Meeting*, Washington, DC.
- Persaud, B.N. and Dzbik, L., 1993. Accident Prediction Models For Freeways. *Transport. Res. Record* 1401: 55-60.

- Persaud, B.N. and T. Nguyen, 1998. Relating safety to capacity to level of service for rural two-lane roads. In: *Proceeding of the third International Symposium on Highway Capacity*, Copenhagen, Denmark, pp. 817-831.
- Poch, M. and F. Mannering, 1996. Negative Binomial Analysis of Intersection-Accident Frequencies. *Journal of Transportation Engineering ASCE*, 122 (2): 105-113.
- Powers, M. & Carsons, J., 2004. Before-After Crash Analysis: A Primer For Using the Empirical Bayes Method, Tutorial. A report prepared for the Research Section Montana Department of Transportation.
- R Development Core Team, 2008. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-00-3, URL <http://www.R-project.org/>.
- Salifu, M., 2004. Accident prediction models for unsignalised junctions in Ghana. *IATSS Research*, 28(28): 68-81.
- Shankar, V., F. Mannering, and W. Barfield, 1995. Effect Of Roadway Geometrics And Environmental Factors On Rural Freeway Accident Frequencies. *Accident Analysis and Prevention*, 27(3): 371-389.
- Taylor, M.C., A. Baruya and J.V. Kennedy. 2002. The Relationship between Speed and Accidents on Rural Single-carriageway Roads. *TRL Report TRL511*. Crowthorne: TRL Limited.
- Wood, G.R., 2002. Generalised linear accident models and goodness of fit testing. *Accident Analysis and Prevention*, 34: 417-427.
- Wood, G.R., 2005. Confidence and prediction intervals for generalised linear accident models. *Accident Analysis and Prevention*, 37: 267-273.
- Zeileis, A., C. Kleiber, S. Jackman, 2008. Regression Models for Count Data. *Journal of Statistical Software*, 27(8): 1-25.

Tabel 3. Rangkuman model regresi untuk kecelakaan total.

Type	GLM	GLM	GLM	GLM
Distribusi	Poisson	Poisson	Poisson	Binomial Negatif
Metode	ML	Adjusted-Poisson	Quasi-Poisson	ML
Objek	tol.pois	tol.apois	tol.qpois	tol.rbin
	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.
	Std. err.	Std. err.	Std. err.	Std. err.
(Intersep)	-2.971	-2.971	-2.971	-2.669
	0.276	0.384	0.395	0.379
Log volume lalu lintas per jam	0.389	0.389	0.389	0.347
	0.024	0.039	0.034	0.035
Log panjang ruas jalan (km)	1.029	1.029	1.029	1.104
	0.033	0.045	0.047	0.047
Lengkung horizontal rata-rata (rad/km)	-1.253	-1.253	-1.253	-1.235
	0.124	0.185	0.178	0.160
Naik+turun vertikal (m/km)	-0.005*	-0.005*	-0.005*	-0.001*
	0.005	0.007	0.007	0.007
Lebar jalur lalu lintas (m)	0.108	0.108	0.108	0.108
	0.019	0.026	0.028	0.027
Lebar bahu dalam (m)	-0.919	-0.919	-0.919	-1.071
	0.155	0.223	0.222	0.213
Lebar bahu luar (m)	0.203*	0.203*	0.203*	0.233*
	0.133	0.184	0.190	0.181
Median <i>guardrail</i>	-1.027	-1.027	-1.027	-1.001
	0.212	0.293	0.304	0.294
Median terbuka	-0.145	-0.145	-0.145	-0.276
	0.121	0.173	0.173	0.165
Periode 2: pukul 8 - 16	-0.362	-0.362	-0.362	-0.371
	0.034	0.053	0.049	0.054
Periode 3: pukul 16 - 24	-0.535	-0.535	-0.535	-0.579
	0.035	0.057	0.050	0.052
Juml. parameter	12	12	12	13
Parameter dispersi			2.05	
<i>Log Likelihood</i>	-3342			-3109
AIC	6707.6			6244.1
$\Sigma \text{diff}(0): \text{Obs. } 257$	183			257

\* tidak signifikan; ML = maximum likelihood; AIC = akaike information criteri; GLM = generalized linear model.

Tabel 4. Pemilihan variabel untuk model kecelakaan total dengan regresi binomial negatif.

Variabel	to1-nbin		to2-nbin		to3-nbin	
	Koefisie n	<i>Std.</i> <i>Error</i>	Koefisie n	<i>Std.</i> <i>Error</i>	Koefisie n	<i>Std.</i> <i>Error</i>
(Intersep)	-2.669	0.379	-2.641	0.350	-2.440	0.325
Log volume lalu lintas per jam	0.347	0.035	0.349	0.034	0.367	0.031
Log panjang ruas jalan (km)	1.104	0.047	1.103	0.047	1.086	0.045
Lengkung horizontal rata-rata (rad/km)	-1.235	0.160	-1.249	0.148	-1.234	0.147
Naik+turun vertikal (m/km)	-0.001	0.007				
Lebar jalur lalu lintas (m)	0.108	0.027	0.106	0.025	0.084	0.020
Lebar bahu dalam (m)	-1.071	0.213	-1.053	0.195	-0.788	0.070
Lebar bahu luar (m)	0.233	0.181	0.210	0.144		
Median <i>guardrail</i>	-1.001	0.294	-0.970	0.249	-0.639	0.105
Median terbuka	-0.276	0.165	-0.262	0.150	-0.070	0.073
Periode 2: pukul 8 - 16	-0.371	0.054	-0.372	0.054	-0.383	0.053
Periode 3: pukul 16 - 24	-0.579	0.052	-0.579	0.052	-0.583	0.052
<i>Null deviance</i>	3136.4 on 1487 df		3135.7 on 1487 df		3135.9 on 1487 df	
<i>Residual deviance</i>	1636.6 on 1476 df		1636.4 on 1477 df		1638.5 on 1478 df	
AIC ( <i>akaike information criteria</i> )	6244.1		6242.2		6242.2	

## **PENERAPAN MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN KECAMATAN TAMAN SIDOARJO DALAM UPAYA INTEGRASI TRANSPORTASI**

**Anita Susanti**

Program Studi DIII Transporatsi  
Jurusan Teknik Sipil-  
Universitas Negeri Surabaya  
Jl. Ketintang Kampus Unesa  
Surabaya

**Ovilia Linda**

Program Studi DIII Transporatsi  
Jurusan Teknik Sipil-  
Universitas Negeri Surabaya  
Jl. Ketintang Kampus Unesa  
Surabaya

**Ninik Wahyu Hidayati**

Program Studi DIII Transporatsi  
Jurusan Teknik Sipil-  
Universitas Negeri Surabaya  
Jl. Ketintang Kampus Unesa  
Surabaya

### **Abstract**

Intersection in Sidoarjo amount of traffic that has more than 5000 vehicles per day that is the intersection Ngelom Rolak, Satria Ngelom intersection, and the intersection of New Marketpark. At the third intersection has the same condition, namely eksisiting trade area, with side barriers high. Metode used is survey research in the third intersection counting for 8. For the field survey is intersection Ngelom Rolak DS value of 1.55. For the intersection and the intersection Ngelom Satria 1.530.68 Market New Garden. Alternatives are used to manufacture the intersection Ngelom Rolak is one-way street that is a new bridge for vehicles towards the old bridge to Surabaya and Sidoarjo direction, as well as widening the road. For Ngelom intersection Satria and New Market Park also made one-way street, so as to create a good integration.

**Keywords:** *congestion, dan performance intersection*

### **Abstrak**

Persimpangan di Sidoarjo yang memiliki jumlah lalu lintas lebih dari 5000 kendaraan per hari yaitu simpang Ngelom Rolak, simpang Ngelom Satria, dan simpang Pasar Baru taman. Di ketiga simpang ini memiliki kondisi eksisiting yang sama yaitu daerah perdagangan, dengan hambatan samping yang tinggi. Metode penelitian yang digunakan yaitu survei counting di ketiga simpang selama 8 jam. Dari hasil survei lapangan diperoleh nilai DS simpang Ngelom Rolak 1,55. Untuk simpang Ngelom Satria 1,53 dan simpang Pasar Baru Taman 0,68. Alternatif yang digunakan untuk simpang ngelom rolak yaitu pembuatan jalan satu arah yaitu jembatan baru hanya untuk kendaraan ke arah Surabaya dan jembatan lama untuk ke arah Sidoarjo, serta pelebaran jalan. Untuk simpang Ngelom Satria dan Pasar Baru Taman juga dibuat jalan satu arah, sehingga tercipta sebuah integrasi yang baik.

**Kata Kunci:** *kemacetan dan kinerja simpang.*

## **PENDAHULUAN**

Sidoarjo memiliki berbagai macam bentuk tata guna lahan yang difungsikan dengan berbagai macam kegiatan. Selain itu, angka pengguna kendaraan pribadi di Sidoarjo cukup tinggi, sehingga menimbulkan berbagai macam masalah dititik-titik tertentu. Salah satu permasalahan yang berhubungan dengan volume lalu lintas yaitu di daerah persimpangan. Persimpangan yang memiliki volume terpadat yaitu di kawasan Kecamatan Taman Sidoarjo, tepatnya di Wonocolo Raya – jalan Ngelom Rolak – jalan Ngelom Raya. Lokasi ketiga simpang yang saling terhubung membuat simpang tersebut saling berpengaruh. Pada kecamatan Taman tersebut yaitu simpang sepanjang antara lain simpang Ngelom Rolak, Simpang Ngelom YPM, dan Simpang pasar baru taman. Simpang Ngelom Rolak salah satu lengan berupa jembatan yang merupakan perbatasan dengan kota Surabaya dan merupakan pintu masuk kota Sidoarjo, Simpang Ngelom YPM jalan Satria pada salah satu lengannya terdapat rel kereta api dengan jarak dekat dengan mulut simpang, dan Simpang pasar baru Taman memiliki hambatan samping yang tinggi berasal

dari pedagang pada pasar yang berjualan disekitar jalan selain itu simpang tersebut terdapat salah satu akses keluar masuk pasar yang menyebabkan kemacetan pada simpang pasar baru taman.



**Gambar 1.**Kondisi Lalu Lintas di Sekitar Jembatan Baru Sepanjang



**Gambar 2.**Kondisi Lalu Lintas di Sekitar Rel Kereta Api Sepanjang



**Gambar 3.**Kondisi Lalu Lintas di Simpang Tiga Pasar Taman

Setelah memperhatikan ulasan di atas maka ada beberapa masalah yang perlu dianalisis yaitu bagaimana kondisi eksisting dari masing-masing simpang, bagaimana nilai DS pada kondisi eksisting di masing-masing simpang, bagaimana bentuk penganan yang dapat dilakukan untuk mengurangi volume lalu lintas di masing-masing simpang.

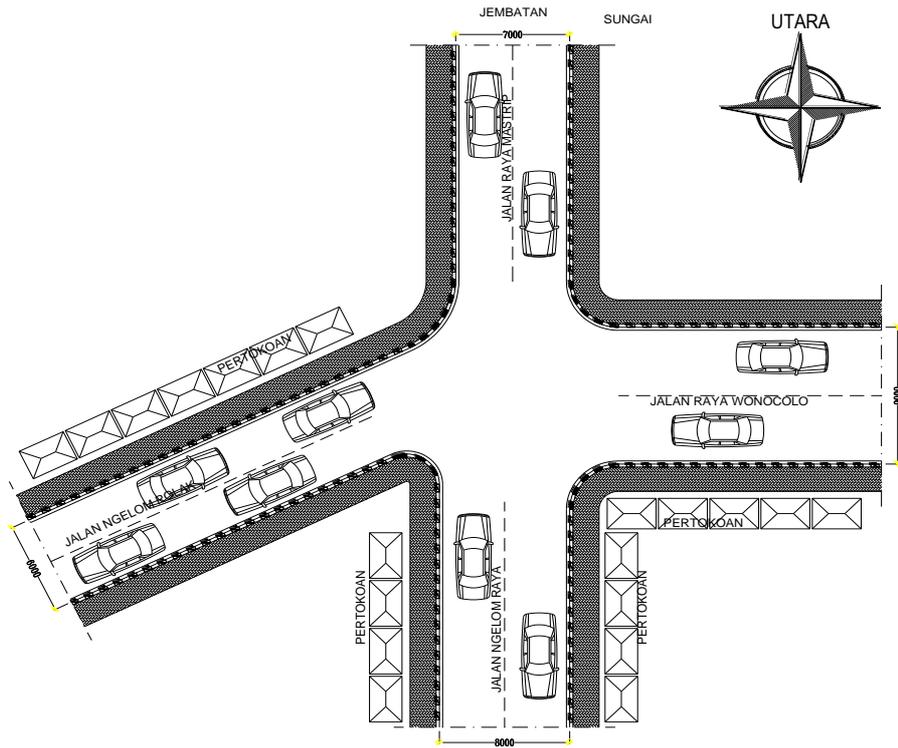
## PEMBAHASAN

### **Kondisi eksisting pada ketiga simpang**

Kondisi eksisting simpang merupakan keadaan real dilapangan dari ketiga simpang tersebut. Berikut kondisi eksisting dari ketiga simpang. Dari ketiga simpang tersebut memiliki kondisi eksisting yang hampir sama, yaitu volume lalu lintas di ketiga simpang tersebut tergolong cukup tinggi. Tingkat hambatan samping berupa banyaknya angkutan umum yang menaik turunkan penumpang di simpang tersebut. Kondisi *land use* di ketiga simpang tersebut berupa daerah perdagangan, dengan memanfaatkan badan jalan sebagai lahan parkir.

### **Simpang Ngelom Rolak**

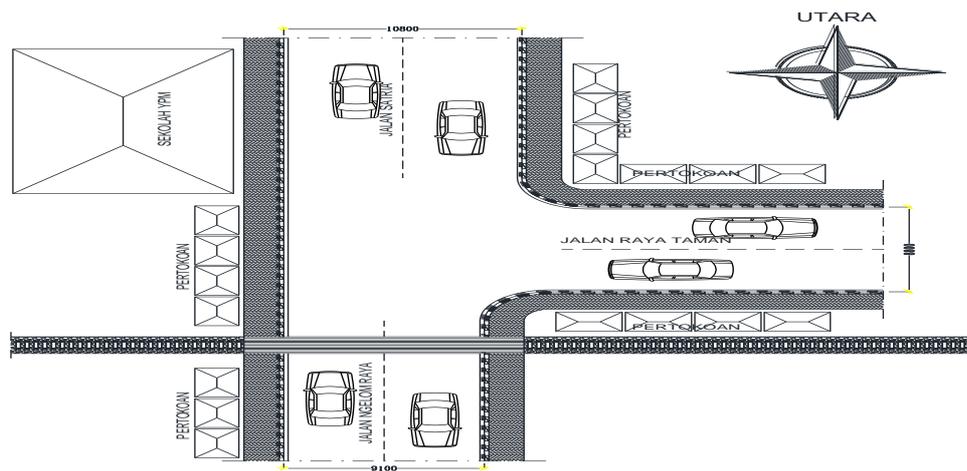
1. Pada pendekat A merupakan jalan minor lebar jalan sebesar 9 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan sudah di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan A mayoritas komersial.
2. Pada pendekat B merupakan lengan Mayor atau Utama lebar jalan sebesar 8 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan sudah di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan B komersial dan pemukiman.
3. Pada pendekat C merupakan lengan minor lebar jalan sebesar 6 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan sudah di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan C mayoritas rumah penduduk.
4. Pada pendekat D merupakan lengan Mayor atau Utama lebar jalan sebesar 7 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan sudah di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan D berupa sungai karena lengan ini merupakan jembatan.



**Gambar 4.** Lay Out Simpang Ngelom Rolak

#### **Simpang Ngelom YPM Satria**

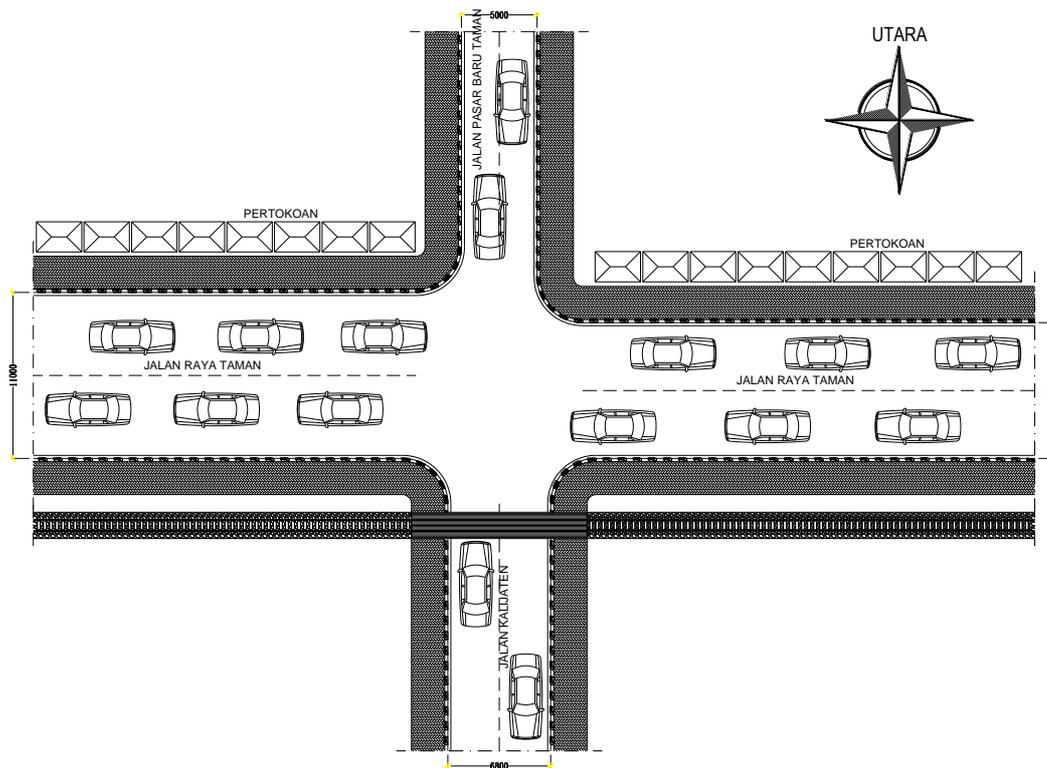
1. Pada pendekat C merupakan jalan minor lebar jalan sebesar 8,8 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1,2 meter dan belum diperkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan A mayoritas komersial.
2. Pada pendekat B merupakan lengan Mayor atau Utama lebar jalan sebesar 10,8 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan belum di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan B komersial.
3. Pada pendekat D merupakan lengan Utama lebar jalan sebesar 9,1 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1 meter dan tidak diperkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan D berupa komersial.



Gambar 5. Lay Out Simpang Ngelom Satria

### Simpang Pasar Baru Taman

1. Pada pendekatan C merupakan jalan minor lebar jalan sebesar 6,8 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1,2 meter dan belum diperkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan A mayoritas komersial.
2. Pada pendekatan A merupakan lengan minor lebar jalan sebesar 4 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan tidak ada, median jalan tata guna lahan pada lengan A komersial.
3. Pada pendekatan B merupakan lengan Utama lebar jalan sebesar 7,2 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1,2 meter dan belum diperkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan B mayoritas komersial.
4. Pada pendekatan D merupakan lengan Mayor atau Utama lebar jalan sebesar 7,2 meter dengan perkerasan *flexibel pavement* bahu jalan 1,2 meter dan sudah di perkeras tanpa median jalan tata guna lahan pada lengan D Serupa area komersial.



Gambar 6. Kondisi Lay Out Simpang Pasar Baru Taman

### Faktor Penyebab Kemacetan

1. Kurangnya perambuan di sekitar simpang yang menyebabkan tidak teraturannya kendaraan yang berada disekitar simpang, Banyaknya volume lalu lintas dari arah Wonocolo raya ke raya Mastrip dengan melakukan belok kanan, tingginya volume lalu lintas yang keluar dari jalan Ngelom raya menuju Wonocolo raya pada jam sibuk pagi, siang dan sore, Kondisi geometrik jalan yang memiliki lebar badan jalan yang tidak cukup lebar juga menyebabkan kendaraan yang berada di simpang tersebut hanya bisa berposisi dalam satu jalur saja, dan Kondisi *land use* di simpang tersebut merupakan kawasan pertokoan, dimana posisi pertokoan itu tepat berpapasan dengan simpang tersebut.
2. Kondisi *land use* di perimpangan ini tergolong komersil, hal itu disebabkan persimpangan ini dekat dengan kawasan pendidikan dan perdagangan, banyaknya angkutan yang menaik turunkan penumpang di sekitar simpang, Tingginya volume lalu lintas dari arah jalan Satria yang melakukan belok kanan menuju pasar baru Taman, dan Kondisi jalan di simpang tersebut dalam keadaan bergelombang dan kurang baik.
3. Kurangnya perambuan disekitar simpang sehingga kendaraan pada simpang tidak beraturan, Adanya pemakan badan jalan, yang seharusnya lebar badan jalan sekitar 8m, karena ada parkir bemo sekitar 3m, Adanya penutupan palang pintu keretea apai yang dapat menyebabkan panjang tundaan semakin panjang, Kondisi geomtrik jalan di simpang ini kurang mendukung, karena tidak adanya marka jalan, kondisi jalan yang bergelombang, serta tidak terdapat bahu jalan, dan Lampu pemberi isyarat merupakan bagian terpenting di suatu simpang. Dengan adanya lampu pemberi isyarat tersebut, kondisi lalu lintas akan lenih teratur.

### Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus yang ada di MKJI, maka diperoleh nilai derajat kejenuhan eksisting dari masing-masing simpang, sesuai pada tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Nilai DS Masing-Masing Simpang

Simpang	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan lalu-lintas simpang DTI	Tundaan lalu-lintas Jl. Utama DMA	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor DMI	Tundaan geometrik simpang (DG)	Tundaan simpang (D)	Peluang Antrian (QP%)	Sasaran
Ngelom Rolak	5466,4	1,55	14,09	29,01	35,05	4	10,09	104,349-261,25	DS > 1
Ngelom Satria – YPM	5000,9	1,53	1,03	1,12	0,74	4	19,424	101,34-333,97	DS < 1
Pasar Baru Taman	2007	0,68	7,13	5,91	12,01	4,09	11,23	19-39	DS < 0,68

Sumber : Hasil Perhitungan 2014

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada simpang Ngelom Rolak sebesar 1,55. Untuk Ngelom Satria memiliki nilai DS sebesar 1,53, dan untuk simpang Pasar Baru Taman memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 0,68.

### Alternatif Penanganan Simpang

#### Alternatif Simpang Ngelom Rolak

Dalam penanganan kemacetan di simpang Ngelom Rolak terdapat 18 alternatif. Dari 18 alternatif yang memiliki nilai derajat kejenuhan paling rendah pada alternatif 14 yaitu pengalihan arus dengan mengaktifkan kembali jembatan lama dengan sistem satu arah dimana jembatan baru untuk menuju ke arah Mastrip sedangkan jembatan lama digunakan dari arah Mastrip menuju Wonocolo Raya. Sepeda motor (MC) dan sepeda, gerobak, becak, dokar (UM) dari Wonocolo Raya untuk menuju Ngelom Rolak langsung belok kiri ke arah Ngelom Raya. Pada ruas jalan Ngelom Raya menggunakan median jalan 1 meter. Pada jam puncak (16.00-17.00 WIB) larangan melintas khusus truk, bus kota, trailer (HV). Pelebaran jalan Ngelom Raya 1,5 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri, Wonocolo Raya 2 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri, dan Ngelom Rolak 1 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri. Berikut hasil hitungannya dari ke 18 alternatif.

**Tabel 2** Perbandingan Hasil Alternatif Simpang Ngelom Rolak

Alternatif	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan Eksisting (DS)	Derajat Kejenuhan setelah Penanganan (DS)	Tundaan (D)	Peluang Antrian
Eksisting	5359	3656	1,55	1,55	10,09	104,349-261,25
1	5359	3522	1,55	1,52	23,98	213,72-9825
2	4890	4190	1,55	1,17	3,41	112,36-55,63
3	4975	4497	1,55	1,12	27,33	101,98-50,62
4	4975	5418	1,55	0,92	16,12	67,05-34,04
5	4975	5628	1,55	0,88	15,04	60,01-30,98
6	4975	6050	1,55	0,82	13,72	53,64-27,01

Alternatif	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan Eksisting (DS)	Derajat Kejenuhan setelah Penanganan(DS)	Tundaan (D)	Peluang Antrian
7	4975	6167	1,55	0,81	13,52	52,29-26,51
8	4975	6289	1,55	0,79	13,16	50,06-25,08
9	5089	3483	1,55	1,46	39,03	215,3-94
10	4747	4497	1,55	1,06	22,32	90,13-45,18
11	4747	5500	1,55	0,86	14,56	58,91-29,76
12	4747	5713	1,55	0,83	13,92	54,76-27,73
13	4747	6141	1,55	0,77	12,84	48,16-23,97
14	4747	6529	1,55	0,72	12,68	46,80-23,46
15	4747	6383	1,55	0,74	12,37	44,88-22,65
16	4738	3887	1,55	1,22	46,29	124,02-60,87
17	4832	4738	1,55	0,98	18,17	76,35-38,53
18	4738	5280	1,55	0,90	14,98	52,88-30,41

Sumber: Hasil rekapitulasi

### **Alternatif Simping Ngelom Satria**

Penanganan simping Ngelom-Satria terdiri dari 10 penanganan. yaitu Dari 10 alternatif yang memiliki nilai derajat kejenuhan paling rendah yaitu pada alternatif 9 dengan pelebaran jalan utama dan minor, penurunan hambatan samping, dengan larangan belok kanan dari sluruh lengan dan pengalihan arus jalan minor ke arah timur.

**Tabel 3.** Alternatif Terbaik Simping Ngelom Satria

Alternatif	Kapasitas (C) Smp/jam	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan Eksisting (DS)	Derajat kejenuhan setelah Penanganan (DS)	Tundaan simping (D)	Peluang Antrian
Eksisting	3309,7	5000,9	1,53	1,53	19,424	203,82-98,71
1	3383,8	5000,9	1,53	1,478	19,086	198,92-92,33
2	3454,8	5000,9	1,53	1,45	18,776	189,44-88,49
3	3530,2	5000,9	1,53	1,417	18,460	178,71-84,11
4	3390,2	5000,9	1,53	1,475	19,058	197,89-91,21
5	3604,9	5000,9	1,53	1,387	18,161	169,37-80,24
6	3669,9	5000,9	1,53	1,363	17,910	162,16-77,23
7	4389,2	5000,9	1,53	1,139	15,630	105,76-52,57
8	4942,3	5000,9	1,53	1,012	14,329	81,53-41,15
9	4881,6	3784,9	1,53	0,775	11,838	48,43-24,28
10	3400,4	3784,9	1,53	1,113	15,362	100,38-50,09

Sumber : Hasil Perhitungan

### **Alternatif Simping Pasar Baru Taman**

Penanganan simping Pasar Baru Taman terdapat dua alternatif, yaitu menghilangkan hambatan samping dari tinggi menjadi rendah, misal pemasangan rambu larangan berhenti

disekitar simpang, serta larangan parkir disekitar simpang. Membuat jalan satu arah, artinya semua arah di masing-masing tipe pendekat, diarahkan ke arah timur semua. Pembuatan peraturan baru, dimana di simpang tersebut direkayasa menjadi jalan satu arah menuju ke arah, sehingga dari tipe pendekat A, D, C diarahkan ke tipe pendekat B. Untuk tipe pendekat C, arus kendaraan hanya boleh belok kanan.

**Tabel 4.** Alternatif Terbaik Simpang Pasar Baru Taman

Alternatif	Kapasitas (C) Smp/jam	Arus Lalulintas (Q) Smp/jam	Derajat Kejenuhan Eksisting (DS)	Derajat Kejenuhan setelah Penanganan (DS)	Tundaan (D) Det/smp	Peluang Antrian
Eksisting	2948	2007	0,68	0,68	11,23	19 - 39
1	3011	2007	0,68	0,66	11,04	18 - 38
2	2070	1222	0,68	0,59	10,07	15 - 31

Sumber : Hasil Perhitungan

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan, yaitu

1. Kondisi lalu lintas yang paling padat berada pada Ngelom Rolak. Kondisi eksisting simpang merupakan keadaan real dilapangan dari ketiga simpang tersebut. Dari ketiga simpang tersebut memiliki kondisi eksisting yang hampir sama, yaitu volume lalu lintas di ketiga simpang tersebut tergolong cukup tinggi. Tingkat hambatan samping berupa banyaknya angkutan umum yang menaik turunkan penumpang di simpang tersebut. Kondisi *land use* di ketiga simpang tersebut berupa daerah perdagangan, dengan memanfaatkan badan jalan sebagai lahan parkir.
2. Derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada simpang Ngelom Rolak sebesar 1,55, sedangkan Ngelom Satria memiliki nilai DS sebesar 1,53, dan untuk simpang Pasar Baru Taman memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 0,68. Penyebab terjadinya kemacetan di simpang Ngelom Rolak yaitu tidak berfungsinya jembatan lama, untuk dilalui kendaraan roda 4.
3. Dalam penanganan kemacetan di simpang Ngelom Rolak terdapat 18 alternatif. Dari 18 alternatif yang memiliki nilai derajat kejenuhan paling rendah pada alternatif 14 yaitu pengalihan arus dengan mengaktifkan kembali jembatan lama dengan sistem satu arah dimana jembatan baru untuk menuju ke arah Mastrip sedangkan jembatan lama digunakan dari arah Mastrip menuju Wonocolo Raya. Sepeda motor (MC) dan sepeda, gerobak, becak, dokar (UM) dari Wonocolo Raya untuk menuju Ngelom Rolak langsung belok kiri ke arah Ngelom Raya. Pada ruas jalan Ngelom Raya menggunakan median jalan 1 meter. Pada jam puncak (16.00-17.00 WIB) larangan melintas khusus truk, bus kota, trailer (HV). Pelebaran jalan Ngelom Raya 1,5 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri, Wonocolo Raya 2 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri, dan Ngelom Rolak 1 meter setiap bahu jalan kanan dan kiri. Untuk simpang Ngelom Satria memiliki nilai derajat kejenuhan paling rendah yaitu pada alternatif 9 dengan pelebaran jalan utama dan minor, penurunan hambatan samping, dengan larangan belok kanan dari sluruh lengan dan pengalihan arus jalan minor ke arah timur. Untuk simpang Pasar Baru Taman alternatifnya membuat jalan satu arah, artinya semua arah di masing-masing tipe pendekat, diarahkan ke arah timur semua. Pembuatan peraturan baru,

dimana di simpang tersebut direkayasa menjadi jalan satu arah menuju ke arah, sehingga dari tipe pendekat A, D. C diarahkan ke tipe pendekat B. Untuk tipe pendekat C, arus kendaraan hanya boleh belok kanan.

## **SARAN**

Dari hasil pembahasan diatas ada beberapa saran yang dapat disampaikan yaitu

1. Diperlukannya pembuatan jalan satu arah dari ketiga simpang tersebut, sehingga terbentuk integrasi transportasi yang baik
2. Diperlukannya pembebasan lahan disekitar simpang, sehingga hambatan samping menjadi lebih rendah, sehingga pelebaran jalan bisa dilakukan.
3. Diperlukannya sebuah larangan untuk parkir dibadan simpang, dan pemindahan posisi angkutan umum yang parkir di abdan jalan.
4. Untuk jangka panjang bisa digunakan sebuah lampu merah, untuk mengatur siklus pergerakan di masing-masing simpang.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ....., 1997, Manual Kapasitas Jalan (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Binamarga, Jakarta.
- Hadi, Kristanto dan Donny, 2002, Analisa Kemacetan Lalu Lintas Di Sekitar Pasar Wadung Asri Sidoarjo Dan Alternatif Pemecahannya. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Hobbs, F. D., 1995, Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas, Edisi ke-2 (Terjemahan), Gadjah Mada Univercity Press, Yogyakarta.
- Jotin Khisty, C., dan Kent Lall, B., 2005, Dasar-dasar Rekayasa Transportasi (jilid 1), Edisi Ketiga (terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- Juniardi. 2006. Analisis Arus Lalu Lintas Di Simpang Tak Bersinyal. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Munawar Ahmad, 2004, Manajemen Lalulintas Perkotaan, BETA OFFSET, Jogjakarta.
- Selter. R. J, 1974, Highway Traffic Analysis And Design, University of Bradford.
- Suwardjoko Warpani, 1985, Rekayasa Lalu Lintas, Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Wisnhukoro.2008. Analisis Simpang Empat Tak Bersinyal Dengan Menggunakan [www.google.com](http://www.google.com) Manajemen Lalu Lintas. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

## ANALISIS KAPASITAS JALAN DENGAN METODE TRAFFIC MICROSIMULATION

### Ocky Soelistyo Pribadi

Staff  
Directorate General of Land  
Transportation  
Ministry of Transportation  
Jln. Merdeka Barat 8 Jakarta  
Telp: (021) 3506160  
[ocky.sp@gmail.com](mailto:ocky.sp@gmail.com)

### Achmad Munawar

Professor  
Department of Civil and  
Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[munawarugm@gmx.com](mailto:munawarugm@gmx.com);

### Siti Malkhamah

Professor  
Department of Civil and  
Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[smalkhamah@mstt.ugm.ac.id](mailto:smalkhamah@mstt.ugm.ac.id)

### Abstract

The using of Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM) for road capacity and traffic speed analysis need to be reconsidered, because of the old-fashioned basic data. There are increasing of elements like the quantity of motorbike and their composition in traffic and the increasing of national road length, bring to the condition that the Indonesia's traffic characteristics is now changing. IHCM formed by the using of macroscopic traffic flow theory, this study uses microscopic side, implementing traffic simulation with helped of Vissim software on Menteri Supeno Road in Yogyakarta at 6.45 am to 7.45 am. The statistics analysis on the distribution of vehicle arrival headway and traffic speed, told that there is no significant difference between the survey and the Vissim's result, the analysis continued, found that the capacity of the road is 4,193 vehicles.

### Abstrak

Penggunaan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) untuk analisis kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas perlu dipertimbangkan kembali, mengingat elemen perhitungannya berdasar data arus lalu lintas mulai tahun 1990-1994. Perkembangan sampai dengan saat ini, terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor, peningkatan komposisi sepeda motor dan peningkatan panjang jalan nasional, hal ini menjadi tanda bahwa karakteristik lalu lintas Indonesia sudah mengalami perubahan. MKJI disusun dengan pendekatan teori aliran lalu lintas secara makroskopik, sedangkan penelitian yang dilakukan pada Jl. Menteri Supeno Kota Yogyakarta pada jam 06.45-07.45 ini, digunakan pendekatan mikroskopik menggunakan metode simulasi lalu lintas dengan bantuan *software* Vissim. Memperhatikan hasil uji statistik yang menunjukkan bahwa distribusi *headway* kedatangan kendaraan dan kecepatan lalu lintas hasil survei dan hasil model tidak terdapat perbedaan yang signifikan, maka analisis dilanjutkan untuk menemukan kapasitas jalan, hasilnya adalah kapasitas Jl. Menteri Supeno pada lajur 1 dan 2 sebesar 4.193 kendaraan.

**Kata Kunci:** MKJI, Teori Aliran Lalu Lintas Mikroskopik, Simulasi Lalu Lintas, Vissim, Kapasitas Jalan

## DESKRIPSI UMUM

Penggunaan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) untuk analisis kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas saat ini perlu dipertimbangkan kembali, mengingat elemen perhitungannya berdasar data arus lalu lintas mulai tahun 1990 sampai dengan tahun 1994 dengan karakteristik: 1) jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar adalah 132 juta kendaraan, 2) komposisi sepeda motor adalah sebesar 39,57%, dan 3) panjang jalan nasional adalah 327.000 km, perkembangan sampai dengan saat ini menunjukkan data sebagai berikut: 1) jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar adalah 430 juta kendaraan, 2) komposisi sepeda motor adalah sebesar 70%, dan panjang jalan nasional adalah 437.700 km (Iskandar, 2011). Dari data tersebut diketahui bahwa terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar sebesar 226%, peningkatan komposisi sepeda motor sebesar 77% dan peningkatan panjang jalan nasional sebesar 34%. Adanya peningkatan-

peningkatan tersebut sudah menjadi tanda bahwa karakteristik lalu lintas Indonesia sudah mengalami perubahan dari kondisi tahun 90-an ke masa sekarang.

Penelitian yang dilakukan oleh Munawar, 2011, menyimpulkan:

1. Di saat hambatan samping tinggi, terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai kecepatan yang diprediksi oleh MKJI dan nilai kecepatan aktualnya;
2. Pada kondisi hambatan samping tinggi, maka sensitivitas penurunan kecepatan sangat tinggi. MKJI tidak mengakomodir sensitivitas ini. Formula regresi berganda direkomendasikan untuk digunakan;
3. Parkir dan kendaraan yang berhenti adalah faktor paling penting dalam menurunkan kecepatan, tidak ada keterangan yang jelas di dalam MKJI mengenai kendaraan yang berhenti atau parkir, apakah diperhitungkan sebagai hambatan samping atau penyempitan lajur;
4. Seluruh hasil terkait dengan kecepatan dan kapasitas di MKJI adalah nilai yang diharapkan (rata-rata) yang timbul karena banyaknya populasi data dari berbagai lokasi.

Selanjutnya Munawar, (2011) menyatakan bahwa perlu dilakukan tinjauan terhadap formula yang ada di dalam MKJI, atau bahkan lebih lagi sampai dengan pengkinian terhadap MKJI itu sendiri.

Hasil *review* Penulis terhadap MKJI adalah sebagai berikut:

1. Prosedur perhitungan hanya dapat digunakan pada kondisi alinyemen datar atau hampir datar, alinyemen horisontal lurus atau hampir lurus. Tampak di sini bahwa perhitungan mengabaikan faktor alinyemen vertikal dan horisontal jalan, sedangkan dari kajian literatur yang dilakukan Penulis, yaitu sebagaimana diteliti oleh Chandra, (2004), diketahui bahwa setiap persen peningkatan gradien akan menurunkan kapasitas sebesar 2,61% dan setiap persen penurunan gradien, meningkatkan kapasitas sebesar 3,09%. Penelitian berikut yang dilakukan oleh Hashim dan Abdel-Wahed, (2012), yang dilakukan pada 12 jalan luar kota dua lajur di Minoufiya Governorate, Mesir, diketahui terjadi kapasitas jalan yang hilang karena perubahan elemen jalan;
2. Komposisi lalu lintas mempengaruhi hubungan kecepatan-arus jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam kendaraan/jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus lalu lintas, jumlah sepeda motor dalam arus lalu lintas sudah sangat tinggi saat ini, tentunya berpengaruh terhadap hubungan kecepatan-arus yang telah didefinisikan di awal penyusunan MKJI;
3. Disebutkan bahwa aturan lalu lintas yang berpengaruh pada kinerja lalu lintas adalah pembatasan parkir dan berhenti sepanjang sisi jalan, pembatasan akses tipe kendaraan tertentu serta pembatasan akses dari lahan samping jalan. Penelitian yang dilakukan oleh Malkhamah (2005) terhadap dampak perjalanan bangkitan terhadap kecepatan lalu lintas di kawasan pertokoan Jalan Urip Sumoharjo Yogyakarta, menghasilkan bahwa pada saat tidak ada kegiatan parkir maupun kegiatan pejalan kaki (*without activity condition*), lalu lintas dapat mencapai kecepatan maksimum atau kecepatan bebas 60 km/jam. Kegiatan parkir dan pejalan kaki di badan jalan menyebabkan kapasitas jalan berkurang dan kecepatan lalu lintas berkurang. Kapasitas tersebut berkurang terutama disebabkan oleh dua hal, yang pertama adalah pengurangan lebar jalan, yang kedua adalah gangguan oleh proses parkir dan adanya pejalan kaki di badan jalan. Kecepatan lalu lintas berkurang seiring dengan bertambahnya arus lalu lintas, arus kendaraan parkir (yang masuk dan keluar dari areal parkir), arus pejalan kaki yang menyusuri dan arus pejalan kaki yang menyeberang jalan.

Penelitian lebih lanjut menghasilkan bahwa:

- a. Kecepatan lalu lintas dipengaruhi oleh kecepatan bebas dan arus lalu lintas,
  - b. Pengaruh arus parkir mobil penumpang terhadap kecepatan lalu lintas lebih besar dari pengaruh arus parkir sepeda motor,
  - c. Pengaruh arus pejalan kaki menyusuri terhadap kecepatan lalu lintas tidak setinggi pengaruh arus pejalan kaki yang menyeberang jalan,
  - d. Pengurangan kecepatan lalu lintas maksimum oleh arus pejalan kaki dan parkir diperkirakan hanya sekitar 32% saja oleh DPU (1997), padahal dengan model hasil penelitian didapatkan bahwa gangguan arus parkir dan pejalan kaki mempunyai kontribusi sampai dengan 64,2% dalam mengurangi kecepatan lalu lintas;
4. Aktivitas samping jalan (hambatan samping) berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan, perlu dikembangkan lagi jenis hambatan samping yang terkini dan bagaimana pengaruhnya pada kapasitas dan kinerja jalan; dan
  5. Adanya pernyataan bahwa “Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern,” sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap perilaku mengemudi dengan memodelkannya serta memeriksa apakah memang di kota kecil kendaraannya kurang modern.

MKJI menggunakan model Rejim Tunggal karena dianggap tepat dengan data kecepatan-arus empiris, pendekatan ini dilakukan dengan pendekatan makroskopik terhadap aliran lalu lintas. Ciri dari pendekatan makroskopik adalah adanya simulasi jaringan transportasi secara bagian per bagian dan digunakannya hubungan antara aliran, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas (Kayvan et al., 2013).

Menyikapi uraian sebagaimana di atas, pada studi kasus analisis kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas di Jl. Menteri Supeno di Kota Yogyakarta ini, Penulis melakukan pendekatan yang berbeda, yaitu penggunaan teori aliran lalu lintas dari sisi mikroskopik dan mengaplikasikan teori simulasi dengan bantuan *software* Vissim.

Vissim menggunakan prinsip operasi model pembuntutan kendaraan, yaitu sebagai berikut (PTV AG, 2013):

1. Vissim menggunakan model persepsi *psycho-physical* yang dikembangkan oleh Wiedemann (1974);
2. Konsep dasarnya adalah pengemudi kendaraan yang lebih cepat memulai perlambatan saat dia mencapai batas persepsi individual terhadap kendaraan yang lebih lambat. Sepanjang dia tidak dapat secara tepat menentukan kecepatan kendaraan tersebut, maka kecepatannya akan menurun sampai dibawah kecepatan kendaraan yang lebih lambat itu, sampai dia memulai perlahan mempercepat kembali setelah mendapatkan batas persepsi lainnya, ini yang disebut percepatan dan perlambatan yang lambat namun pasti. Perbedaan perilaku pengemudi ditentukan dari distribusi perilaku kecepatan dan jarak.

Vissim mensimulasikan aliran lalu lintas dengan menggerakkan unit-kendaraan-pengemudi ke jaringan. Setiap pengemudi dengan karakteristik perilaku spesifik dibebankan dalam kendaraan yang spesifik pula, sebagai konsekuensi, perilaku pengemudi berhubungan dengan kemampuan teknik kendaraan. Karakteristik atribut tiap unit-kendaraan-pengemudi diperinci menjadi tiga kategori:

1. Spesifikasi teknik kendaraan, meliputi: a) panjang kendaraan, b) kecepatan maksimum, c) kekuatan percepatan, d) posisi aktual kendaraan di dalam jaringan, d) percepatan dan kecepatan aktual;
2. Perilaku unit-kendaraan-pengemudi, meliputi: a) batas persepsi *psycho-physical* pengemudi, seperti kemampuan untuk memperkirakan, persepsi terhadap keselamatan

dan keinginan untuk mengambil resiko, b) ingatan pengemudi, c) percepatan berdasarkan kecepatan yang berjalan dan kecepatan yang diinginkan pengemudi

3. Kebebasan antar unit-kendaraan-pengemudi, contohnya: a) pertimbangan kendaraan di depan dan yang membuntuti di lajunya dan lajur sampingnya, b) pertimbangan segmen jaringan yang digunakan dan titik lintasan selanjutnya, c) pertimbangan ke alat pemberi isyarat lalu lintas selanjutnya

## DATA, ANALISIS, HASIL

### Data

Data volume lalu lintas didapatkan dari penghitungan lalu lintas oleh PUSJATAN tanggal 11 Desember 2011 sebagai berikut:

1. Karakteristik Jl. Menteri Supeno sebagaimana Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Jl. Menteri Supeno Yogyakarta

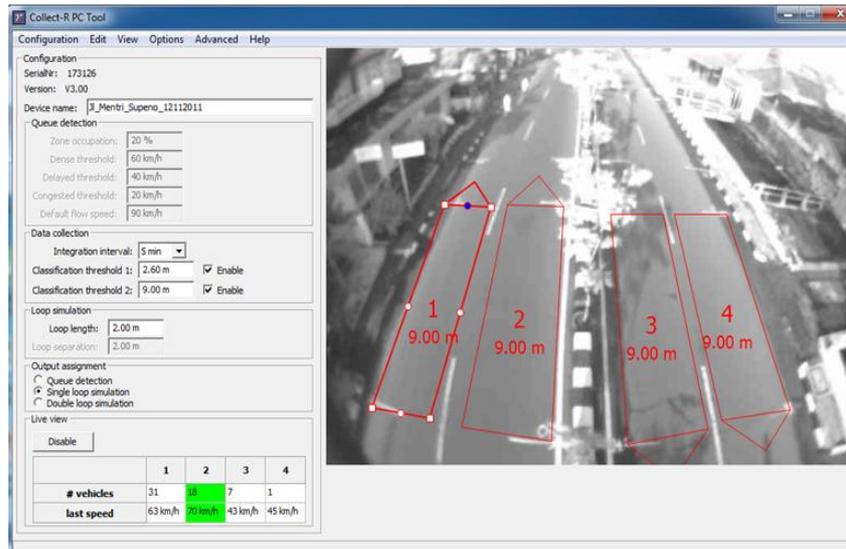
No	Variabel Karakteristik Jalan	Nilai
1	Tipe jalan	4/2D
2	Lebar badan jalan	15 meter
3	Lebar lajur	3,5 meter
4	Lebar median	1 meter
5	Bahu jalan	Tidak ada
6	Trotoar	2 meter

Untuk kejelasan dapat dilihat foto jalan sebagaimana Gambar 1.



**Gambar 1.** Foto Jl. Menteri Supeno Yogyakarta

2. Kode ruas jalan dan panjang ruas jalan pemantauan sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2. Desain pemantauan jalan

3. Data yang dihasilkan adalah rekapitulasi berbentuk tabel sebagaimana contoh pada Gambar 3.

Jalan Menteri Supeno JALUR 1, Type 4/2T: TABEL GABUNGAN SIAP ANALISIS

Kota	Lokasi	Waktu	q per JAM										v		k
			q <sub>SM</sub>	kec	q <sub>SM</sub>	q <sub>KR</sub>	kec	q <sub>KR</sub>	q <sub>KS</sub>	kec	q <sub>KS</sub>	q	q	km/Jam	smp/Km
			5 menit	sm	0.4	5 menit	kr	1	5 menit	ks	1.5	Kend/Jam	smp/Jam	km/Jam	smp/Km
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:20	3	55	36	0	0	0	0	0	0	36	14	55.00	0.25
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:25	72	47	864	21	41	252	1	52	12	1128	616	45.71	13.48
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:30	75	35	900	26	35	312	4	41	48	1260	744	35.23	21.12
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:35	87	37	1044	33	33	396	5	40	60	1500	904	36.06	25.07
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:40	94	38	1128	39	34	468	3	42	36	1632	973	36.94	28.34
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:45	74	36	888	58	33	696	15	34	180	1764	1321	34.61	38.17
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:50	72	35	864	44	32	528	9	32	108	1500	1036	33.73	30.72
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 06:55	83	34	996	43	31	516	10	50	120	1632	1094	34.23	31.96
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:00	79	34	948	46	32	552	11	29	132	1632	1129	32.92	34.3
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:05	86	34	1032	29	31	348	3	40	36	1416	815	33.42	24.39
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:10	70	33	840	32	29	384	3	73	36	1260	774	32.92	23.51
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:15	90	36	1080	12	33	144	3	33	36	1260	630	35.57	17.71
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:20	76	35	912	18	33	216	4	79	48	1176	653	36.43	17.93
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:25	78	38	936	15	35	180	2	53	24	1140	590	37.84	15.59
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:30	70	39	840	24	35	288	5	52	60	1188	714	38.69	18.46
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:35	86	36	1032	20	33	240	4	52	48	1320	725	36.04	20.12
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:40	94	37	1128	20	38	240	2	32	24	1392	727	37.09	19.6
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:45	85	37	1020	30	35	360	2	41	24	1404	804	36.56	21.99
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 07:55	93	35	1116	22	31	264	3	71	36	1416	764	35.17	21.72
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 08:00	84	35	1008	21	37	252	4	37	48	1308	727	35.46	20.5
Yogyakarta	Jl Menteri Supeno	11/12/2011 08:05	72	33	876	17	31	204	2	30	24	1104	590	32.76	19.01

Gambar 3. Contoh data

Selanjutnya dilakukan pengolahan sebagai berikut:

1. Volume lalu lintas di lajur 1 dan 2 dalam waktu pengamatan pukul 06.45 – 07.45 adalah 2548 kendaraan, di lajur 3 dan 4 adalah 1790 kendaraan;
2. Komposisi kendaraan, sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kendaraan Jl. Menteri Supeno Yogyakarta

No	Jenis kendaraan	Lajur	
		1 dan 2	3 dan 4
1	Mobil	7,3%	7,7%
2	Truk	0,5%	0,4%
3	Bus	1,1%	1,6%

No	Jenis kendaraan	Lajur	
		1 dan 2	3 dan 4
4	Sepeda	4,4%	2,3%
5	Sepeda motor	85,4%	87,1%
6	Becak	0,5%	0,8%
7	Dokar	0,7%	-

## Analisis

### Pembangunan model Vissim

Tahapan pembangunan model Vissim adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan gambar latar belakang beserta penskalaan, dilanjutkan dengan membuat ruas jalan yang merepresentasikan Jl. Menteri Supeno Yogyakarta;
2. Memasukkan nilai volume lalu lintas dan komposisinya berdasarkan jenis kendaraan.
3. Memasukkan nilai perilaku mengemudi dengan elemen sebagai berikut:
  - a. Lokasi Jl. Menteri Supeno adalah perkotaan, karena itu perilaku mengemudinya adalah kategori *Urban (motorized)*
  - b. Komponen dari elemen pertama perilaku mengemudi adalah *following* dengan isian sebagai berikut:
    - 1) *Look ahead distance*, adalah jarak minimum dan maksimum yang dapat dilihat ke arah depan kendaraan, dalam model ini nilai *default* tidak diubah, yaitu minimum 0 meter, maksimum 250 meter
    - 2) *Number of observed vehicles*, mempengaruhi seberapa baik kendaraan dalam ruas jalan dapat memperkirakan pergerakan kendaraan lain dan bereaksi terhadapnya, nilai ini *default*-nya adalah 4 dan tidak dilakukan perubahan
    - 3) *Look back distance*, mendefinisikan jarak minimum dan maksimum bagi kendaraan untuk melihat ke kendaraan di belakangnya (dalam ruas jalan yang sama) sebelum melakukan reaksi, nilai default tidak diubah, yaitu minimum 0 meter, maksimum 150 meter
    - 4) *Temporary lack of attention*, variabel *duration* adalah periode waktu ketika kendaraan tidak perlu bereaksi terhadap kendaraan terdahulu, jika ada reaksi maka sifatnya adalah pengereman mendadak, digunakan nilai *default* yaitu 0 detik. Nilai default digunakan, yaitu 0,00%
    - 5) *Smooth closeup behavior*, bila opsi ini ditandai maka kendaraan akan melambat lebih sering ketika mendekati gangguan yang bersifat *stationary*, bila tidak dipilih, maka kendaraan yang membuntuti menggunakan perilaku pembuntutan normal sampai dengan kecepatan kendaraan terdahulu menurun menjadi < 1 m/det dan hampir berhenti. Opsi ini secara *default* tidak dipilih dan dalam penelitian ini juga dilakukan hal yang sama
    - 6) *Standstill distance for static obstacles*, jarak henti dari gangguan statis, jika opsi ini tidak dipilih maka kendaraan menggunakan nilai acak distribusi normal, bila dipilih, kendaraan akan menggunakan nilai *default*-nya yaitu 0,5 meter, dalam penelitian ini, tidak dilakukan pemilihan terhadap opsi ini
    - 7) *Car following model*, penelitian ini menggunakan model pembuntutan kendaraan Wiedemann<sup>74</sup>, merupakan versi pengembangan, terdiri dari tiga parameter, yaitu:
      1. *Average standstill distance*, (*ax*) mendefinisikan *desire distance* antara dua mobil, dalam rentang variasi -1.0 meter dan +1.0 meter yang secara normal

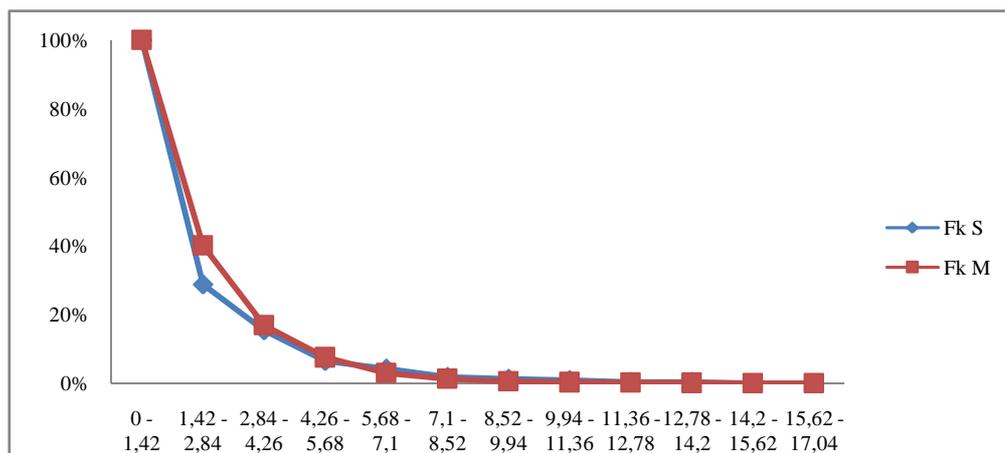
- terdistribusi sekitar 0,0 meter dengan standar deviasi 0,3 meter, nilai default-nya adalah 2 meter, langsung digunakan dalam penelitian
2. *Additive part of safety distance, (bx\_add)* nilai digunakan untuk penghitungan *desired safety distance* d. Memungkinkan untuk penyesuaian nilai waktu yang diinginkan, nilai *default*-nya 2 meter, tidak diubah dalam penelitian ini
  3. *Multiplicative part of safety distance, (bx\_multi)* sama pengertiannya dengan b), nilai *default* 3 meter tetap dipertahankan dalam penelitian ini

### Validasi model

Validasi model dilakukan terhadap dua elemen yaitu *headway* kedatangan kendaraan dan kecepatan lalu lintas yang terjadi dalam volume lalu lintas per satuan waktu lima menit. *Running* model Vissim menghasilkan file \*.rsr yang merupakan rekapitulasi simulasi dengan *output* berupa *headway* kedatangan kendaraan. *Headway* langsung diolah distribusi frekuensinya, dan dibuat grafik perbandingan dengan distribusi *headway* hasil survei, sebagaimana Tabel 3 dan Gambar 4, yang merupakan hasil analisis lajur 1 dan 2.

**Tabel 3.** Perbandingan Distribusi *Headway* Kedatangan Kendaraan Hasil Survei dan Pemodelan Vissim Pada Lajur 1 dan 2

Interval	Frekuensi Survei	Frekuensi Model	Frekuensi Relatif Survei	Frekuensi Relatif Model	Frekuensi Kumulatif Survei	Frekuensi Kumulatif Model
0 - 1,42	1812	1620	71%	63%	100%	100%
1,42 - 2,84	340	656	13%	25%	29%	37%
2,84 - 4,26	230	191	9%	7%	16%	12%
4,26 - 5,68	57	78	2%	3%	6%	4%
5,68 - 7,1	59	26	2%	1%	4%	1%
7,1 - 8,52	16	6	1%	0%	2%	0%
8,52 - 9,94	10	1	0%	0%	1%	0%
9,94 - 11,36	12	0	0%	0%	1%	0%
11,36 - 12,78	3	0	0%	0%	0%	0%
12,78 - 14,2	7	0	0%	0%	0%	0%
14,2 - 15,62	0	0	0%	0%	0%	0%
15,62 - 17,04	1	0	0%	0%	0%	0%



**Gambar 4.** Grafik frekuensi kumulatif *headway* kedatangan kendaraan hasil survei dan pemodelan Vissim pada lajur 1 dan 2

Selanjutnya dilakukan uji beda dua sampel (*two sample test*), yang bersifat *independent sample test*, yaitu merupakan uji yang digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan antara dua sampel yang saling bebas (Suharjo, 2013), dengan hasil sebagai berikut:

1. Nilai *t* hitung adalah -0,0127
2. Kriteria daerah pengujian pada *level of significance* ( $\alpha$ ) sebesar 0.05 dan derajat bebas sebesar 22 maka diperoleh nilai *t* tabel sebesar 2,074
3. Dengan nilai *t* tersebut di atas, maka daerah penerimaan dan penolakan  $H_0$  menjadi:  
Daerah penerimaan  $H_0$ :  $-2,074 \leq t \leq 2,074$   
Daerah penolakan  $H_0$ :  $t < -2,074$  atau  $t > 2,074$
4. Sehingga dengan melakukan perbandingan antara nilai *t* hitung sebesar -0,0127 dengan kriteria penerimaan dan penolakan  $H_0$  dapat disimpulkan bahwa *t* hitung berada di daerah penerimaan  $H_0$ , atau  $H_0$  diterima sehingga tidak ada perbedaan yang nyata antara *headway* kedatangan kendaraan hasil survei dan pemodelan Vissim pada lajur 1 dan 2.

Elemen ke dua yang divalidasi adalah kecepatan, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 4.** Data Kecepatan Kendaraan Hasil Survei dan Pemodelan Vissim

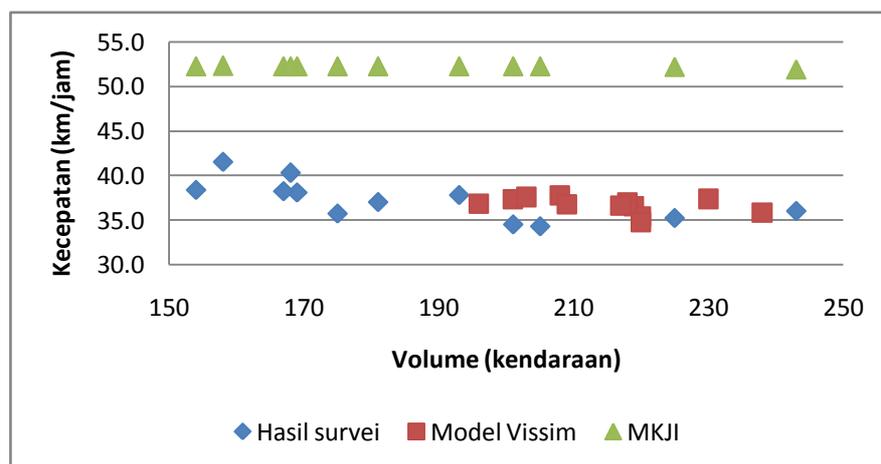
Periode	Lajur 1 dan 2	
	Survei	Vissim
06.45-06.50	36.1	35.8
06.50-06.55	34.5	37.8
06.55-07.00	35.2	36.5
07.00-07.05	34.3	37.3
07.05-07.10	38.1	36.8
07.10-07.15	35.8	36.8
07.15-07.20	38.3	35.4
07.20-07.25	38.4	37.4
07.25-07.30	41.5	37.0
07.30-07.35	40.3	36.6
07.35-07.40	37.1	34.8
07.40-07.45	37.8	37.6

Data pada Tabel 4, dilakukan uji beda dua sampel, dengan hasil sebagai berikut:

1. Nilai  $t$  hitung untuk lajur 1 dan 2 adalah 0,931451 dan nilai  $t$  hitung untuk lajur 3 dan 4 adalah 1,920055
2. Kriteria daerah pengujian pada *level of significance* ( $\alpha$ ) sebesar 0.05 dan derajat bebas sebesar 22 maka diperoleh nilai  $t$  tabel sebesar 2,074
3. Dengan nilai  $t$  tersebut di atas, maka daerah penerimaan dan penolakan  $H_0$  menjadi:  
Daerah penerimaan  $H_0$ :  $-2,074 \leq t \leq 2,074$   
Daerah penolakan  $H_0$ :  $t < -2,074$  atau  $t > 2,074$
4. Sehingga dengan melakukan perbandingan antara nilai  $t$  hitung (lajur 1 dan 2: 0,931451, lajur 3 dan 4: 1,920055) dengan kriteria penerimaan dan penolakan  $H_0$  dapat disimpulkan bahwa ke dua nilai  $t$  hitung berada di daerah penerimaan  $H_0$ , atau  $H_0$  diterima sehingga tidak ada perbedaan yang nyata antara kecepatan kendaraan hasil survei dan pemodelan Vissim.

### Hasil

Memperhatikan hasil uji statistik di atas, maka model Vissim dinyatakan valid serta baik digunakan untuk menghitung hubungan volume lalu lintas dan kecepatan, yang direpresentasikan dalam grafik pencaran data, sebagaimana berikut:



**Gambar 5.** Pencaran data hubungan antara volume dan kecepatan hasil survei, model Vissim dan MKJI di lajur 1 dan 2

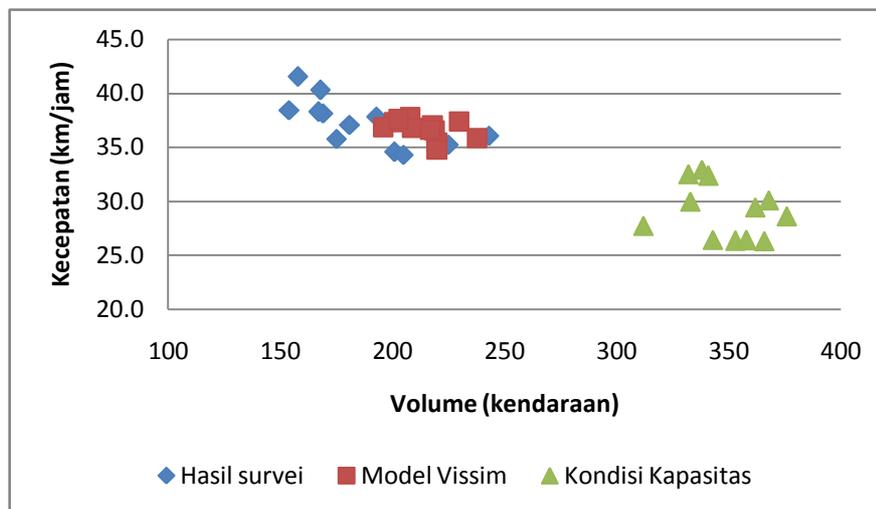
Dalam gambar di atas tampak bahwa pencaran data hasil survei dengan model Vissim berada pada area yang sama, sedangkan perhitungan MKJI jauh berada di atasnya.

Analisis dilanjutkan menghitung kapasitas jalan, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengubah nilai volume lalu lintas pada menu *vehicle input*, dari kondisi eksisting ke suatu nilai semisal 5000.
2. *Running* Vissim dengan nilai volume tersebut, diakhir waktu *running* akan keluar pemberitahuan kesalahan lalu diperiksa kesalahan tersebut, yaitu ada sejumlah kendaraan yang tidak dapat disimulasikan, sedangkan waktu simulasi yang ditetapkan selama 1 jam telah habis, hal ini menunjukkan bahwa kapasitas ruas jalan telah terlampaui.
3. Langkah berikutnya adalah mengurangi volume lalu lintas semula dengan sejumlah nilai yang diidentifikasi oleh Vissim, proses ini diulangi terus sampai seluruh volume kendaraan yang diisikan dapat tersimulasi.

4. Di akhir proses *trial and error* ini dihasilkan nilai kapasitas jalan untuk lajur 1 dan 2 sebesar 4.193 kendaraan.

Untuk memperjelas, dibuat grafik pencaran data hubungan antara volume dan kecepatan pada hasil survei, model Vissim dan kondisi kapasitas.



Gambar 6. Pencaran data hubungan volume dan kecepatan 3 perhitungan di lajur 1 dan 2

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil survei dan model Vissim untuk elemen *headway* kedatangan kendaraan dan kecepatan lalu lintas, pada pemodelan di Jl. Menteri Supeno Yogyakarta.
2. Vissim dapat digunakan menganalisis nilai kapasitas jalan untuk Jl. Menteri Supeno Yogyakarta.

## REFERENSI

- Aghabyk. K., et al., 2013, A Novel Methodology For Evolutionary Calibration Of Vissim By Multi-Threading, Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings, Brisbane, Australia.
- Chandra, S., 2004, *Capacity Estimation Procedure For Two-Lane Roads Under Mixed Traffic Conditions*, Indian Institute of Technology.
- Hashim, I.H. dan Abdel-Wahed, T.A., 2012, *Effect of Highway Geometric Characteristics on Capacity Loss*, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology.
- Iskandar, H. 2011. *Ekuivalen Kendaraan Ringan dan Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan*. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Malkhamah, S., 2005, *Pemodelan Dampak Perjalanan Bangkitan Terhadap Kecepatan Lalu Lintas di Kawasan Pertokoan Jalan Urip Sumoharjo Yogyakarta*, Universitas Gajahmada, Yogyakarta.

Munawar, A., 2011, Speed and Capacity for Urban Roads, Indonesian Experience, 6th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, Stockholm, Sweden.

PTV AG, 2013, PTV Vissim 6 User Manual, Karlsruhe, Germany.

Suharjo, B., 2013, Statistika Terapan Disertai Contoh Aplikasi Dengan SPSS, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.

## ANALISIS KOMPOSISI TRUK PADA JARINGAN JALAN PERKOTAAN DI KOTA MAKASSAR

### Mukhtar Lutfie

Mahasiswa S3 Ilmu Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Hasanuddin, Makassar  
E-mail: mukhtarluwuk09@gmail.com

### Adi Sakti

Dosen Senior, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Hasanuddin, Makassar  
E-mail:adisasmittaadji@gmail.com

### Lawalenna Samang

Professor, Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar  
E-mail: samang\_1@yahoo.com

### Isran Ramli

Dosen Senior, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Hasanuddin, Makassar  
E-mail:isranramli@gmail.com

### Abstract

Trucks have a significant role in transporting build materials to the infrastructure development needs in the region South of Sulawesi. Thus, the operation of the truck on the urban road network for these activities, has brought the issue concerns the environmental impact of increased traffic accidents, improvement of urban transport congestion, increased emissions and vehicle noise. In the context of understanding the extent of the contribution of trucks to the issue of the problem, it needs to be done in depth study of phenomena related to the composition of the truck traffic on the existing road network, the contribution of emissions and noise caused, contributed to the decline in road traffic performance, and significant role in infrastructure development, and will eventually be able to do an assessment of the risk level operator of the truck on the urban road network. As a preliminary study on this issue, this paper focuses on analyzing the composition of the truck traffic on urban road network with a case study in the city of Makassar. This study has conducted a survey enumeration traffic volume for 13 hours from 07:00 to 22:00 on 36 major roads in the city of Makassar. The survey results were extracted to obtain the composition of truck to volume of traffic. Furthermore analysis totruckcomposition all day performed using statistical analysis approach to look at the composition of the phenomenon is different trucks all day interurban road sections surveyed. The results show that the composition of the truck to the existing traffic volume is small enough:0,38% s/d 8,67%, where the frequency distribution level throughout the day is not the same for all arterial roads in the city of Makassar. The results in this study has provided a preliminary description of the composition of the trucks on the road network in the city of Makassar, and further studies can be used in the risk assessment operation of trucks on city streets will be done in further studies in the future.

**Keywords:** *Truck, urban road, traffic, Makassar.*

### Abstrak

Kendaraan truk mempunyai peran signifikan dalam pengangkutan material bangunan untuk kebutuhan pembangunan infrastruktur di wilayah Sulawesi Selatan. Namun demikian, pengoperasian truk pada jaringan jalan perkotaan untuk kegiatan tersebut, telah membawa isu permasalahan dampak lingkungan berupa peningkatan kecelakaan lalu lintas, peningkatan kemacetan transportasi perkotaan, peningkatan emisi dan kebisingan kendaraan. Dalam konteks memahami sejauh mana kontribusi kendaraan truk terhadap isu permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan studi mendalam terkait dengan fenomena komposisi truk terhadap lalu lintas pada jaringan jalan yang ada, kontribusi emisi dan kebisingan yang ditimbulkan, kontribusi terhadap penurunan kinerja lalu lintas jalan, dan peran signifikan dalam pembangunan infrastruktur, serta pada akhirnya akan dapat dilakukan penilaian terhadap tingkat resiko pengoperasian truk pada jaringan jalan perkotaan. Sebagai studi awal terhadap permasalahan ini, maka makalah ini berfokus untuk menganalisis komposisi truk terhadap lalu lintas pada jaringan jalan perkotaan dengan studi kasus di Kota Makassar. Studi ini telah melakukan survei pencacahan volume lalu lintas selama 13 jam dari pukul 07:00 hingga pukul 22:00 pada 34 ruas jalan utama di Kota Makassar. Hasil survei tersebut diekstraksi untuk mendapatkan komposisi kendaraan truk terhadap volume lalu lintas yang ada. Analisis lebih lanjut terhadap komposisi truk sepanjang hari dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis statistik untuk melihat fenomena komposisi truk sepanjang hari apakah berbeda antar ruas-ruas jalan perkotaan yang disurvei. Hasil analisis memperlihatkan bahwa komposisi truk terhadap volume lalu lintas yang ada cukup kecil:0,381% s/d 8,67%, dimana tingkat distribusi frekuensinya sepanjang hari tidak sama untuk semua jalan arteri di Kota Makassar. Hasil-hasil pada studi ini telah memberikan gambaran awal terhadap komposisi truk pada jaringan

jalan di Kota Makassar dan lebih jauh dapat digunakan pada penilaian resiko pengoperasian truk pada jalan perkotaan yang akan dilakukan pada studi-studi lanjutan di masa mendatang.

**Kata-kata kunci :** *Truk, jalan perkotaan, komposisi kemacetan, lalu lintas, Makassar.*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan transportasi sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kenaikan pendapatan, pertumbuhan kepemilikan kendaraan, perluasan kota, serta peningkatan aktifitas ekonomi maupun sosial. Disisi lain, terdapat kondisi yang tidak sebanding antara laju pertumbuhan kendaraan dengan penambahan pembangunan jalan disetiap tahunnya, sehingga dapat mengakibatkan meningkatnya kecelakaan, kemacetan, dan tundaan di jalan.

Kota Makassar merupakan salah satu kota pendidikan, pariwisata, industri dan kerajinan. Oleh karena itu kota Makassar khususnya mengalami peningkatan di bidang transportasi darat. Apalagi jika hal ini terjadi pada simpang tak bersinyal, karena yang terjadi bukan hanya kemacetan saja, tetapi juga menyebabkan antrian, tundaan dan bahkan terjadi kecelakaan lalu lintas.

Persimpangan Jalan beberapa titik di kota Makassar merupakan persimpangan 3 lengan yang tak bersinyal, dimana jalan ini setiap harinya dilewati berbagai jenis kendaraan seperti sepeda, becak, sepeda motor, mobil, bis dan truk. Selain itu di daerah persimpangan ini terdapat pertokoan, sekolahan, perkantoran dan pasar. Jalan ini layak mendapat perhatian, karena pada jam-jam puncak sering terjadi antrian, tundaan dan kemacetan, yang disebabkan peningkatan konsentrasi oleh banyaknya kendaraan yang melewati jalan tersebut. Tanpa pengaturan yang baik, pada kondisi lalu lintas yang padat, kendaraan-kendaraan yang sudah berada di dalam persimpangan sulit meninggalkan persimpangan karena terhalang oleh kendaraan-kendaraan yang baru datang atau masuk ke persimpangan. Hal tersebut juga disebabkan oleh tidak adanya rambu-rambu yang mengatur jalan, banyaknya kendaraan yang parkir di badan jalan dan kurang lebarnya perkerasan jalan. Hal ini akan menyebabkan kemacetan, antrian dan tundaan.

Kendaraan truk mempunyai peran signifikan dalam pengangkutan material bangunan untuk kebutuhan pembangunan infrastruktur di wilayah Sulawesi Selatan. Namun demikian, pengoperasian truk pada jaringan jalan perkotaan untuk kegiatan tersebut telah membawa isu permasalahan dampak lingkungan berupa peningkatan kecelakaan lalu lintas, peningkatan kemacetan transportasi perkotaan, peningkatan emisi dan kebisingan kendaraan.

Adanya rekomendasi pascamediasi antara Pemerintah Kota Makassar dan Pemerintah Kabupaten Gowa tentang tidak boleh beroperasinya truk 10 roda seharusnya ditindaklanjuti dengan kajian komprehensif, namun sampai saat ini belum ada kajian menyeluruh terkait hal itu.

Muatan truk 10 roda merupakan salah satu pertimbangan evaluasi, terutama dampaknya bagi kemacetan kota dan pertimbangan ekonomi. Jika hasil kajian telah selesai dilakukan, maka akan diperoleh komposisi dan perbedaan antara truk yang hanya melintas dengan truk yang bolak-balik dalam kota.

Sekretaris Dinas Perhubungan (Dishub) Kota Makassar, Iman Hud mengatakan bahwa kajian mengenai operasional truk 10 roda saat ini sedang dilakukan. Namun beberapa permintaan Pemerintah Kabupaten Gowa tidak bisa dipenuhi karena hal itu tidak bisa diterapkan, misalnya permintaan jalur khusus. Atas dasar itu, maka perlu untuk dilakukan penelitian untuk membantu memecahkan masalah-masalah yang ditimbulkan, di antaranya

kemacetan. Kemacetan yang terjadi biasanya akan menghasilkan keterlambatan kerja, polusi atau pencemaran lingkungan, peningkatan stres pengguna jalan dan pemborosan pemakaian bahan bakar di kota Makassar.

Dalam konteks memahami sejauh mana kontribusi kendaraan truk terhadap isu permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan studi mendalam tentang analisis komposisi truk pada jaringan jalan perkotaan di kota Makassar.

## ANALISA DATA DAN HASIL

### DATA

Lokasi studi penelitian ini terletak pada 34 ruas jalan utama yang terdiri dari 61 arah jalan di Kota Makassar yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1** Lokasi Studi

No.	Jalan	Arah Jalan
	A.P. Pettarani	Sultan Alauddin
	A.P. Pettarani	Urip Sumaharjo
	Abd. Dg. Sirua	Perintis Kemerdekaan
	Abd. Dg. Sirua	A.P. Pettarani
	Adyaksa	Pengayoman
	Adyaksa	Hertasing
	Adyaksa Baru	Pengayoman
	Adyaksa Baru	Abd. Dg. Sirua
	Andi Tonro	Maapaodang dan Kumala
	Arif Rate	Sultan Hasanuddin
	Arif Rate	Cendrawasih
	Bandang	Tentara Pelajar
	Bandang	Veteran Utara
	Batua Raya	Abd. Dg. Sirua
	Batua Raya	Borong Raya
	Borong Raya	Batua Raya
	Borong Raya	Ujung Bori
	Boulevard	A.P. Pettarani
	Boulevard	Adyaksa Baru
	Cakalang	Yos Sudarso
	Cakalang	Tinumbu
	Cendrawasih	Dangko
	Cendrawasih	Haji Bau
	Tata Arah	Moh. Tahir
	Dg. Tata	Mallengkeri
	Dr. Ratulangi	Jend. Sudirman
	Dr. Ratulangi	Kakatua
	Gagak	Kakatua
	Gagak	Rajawali
	Gunung Bawakaraeng	Jend. Sudirman

No.	Jalan	Arah Jalan
	Haji Bau	Dr. Ratulangi
	Haji Bau	Penghibur
	Hertasning	A.P. Pettarani
	Hertasning	HertasningBaru
	HertasningBaru	Gowa
	HertasningBaru	Hertasning
	Jend. Ahmad Yani	Jend. M. Yusuf
	Kakatua	Dr. Ratulangi
	Kakatua	Gagak
	Masjid Raya	UripSumaharjo
	Penghibur	Pasar Ikan
	PerintisKemerdekaan	Daya
	PerintisKemerdekaan	UripSumaharjo
	Rajawali	Penghibur
	Rajawali	Gagak
	Rapocini Raya	A.P. Pettarani
	Rapocini Raya	Veteran Selatan
	Sulawesi	Riburane
	Sultan Alauddin	AndiTonro
	Sultan Alauddin	SutanHasanuddin (Gowa)
	SutanHasanuddin	SlametRiyadi
	Sungai Saddang	Jend. Sudirman
	Sungai Saddang	Veteran Selatan
	TentaraPelajar	Nusantara
	TentaraPelajar	Bandang
	UripSumoharjo	PerintisKemerdekaan
	UripSumoharjo	Gunung Bawakaraeng
	Veteran Selatan	Veteran Utara
	Veteran Selatan	Sultan Alauddin
	Veteran Utara	Masjid Raya
	Veteran Utara	Veteran Selatan

## ANALISIS

Analisis komposisi truk terhadap lalu lintas pada jaringan jalan perkotaan dengan studi kasus di Kota Makassar. Studi ini telah melakukan survei pencacahan volume lalu lintas selama 13 jam dari pukul 07:00 hingga pukul 22:00 pada 36 ruas jalan utama di Kota Makassar. Hasil survei tersebut diekstraksi untuk mendapatkan komposisi kendaraan truk terhadap volume lalu lintas yang ada. Analisis lebih lanjut terhadap komposisi truk sepanjang hari dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis statistik deskriptif untuk melihat fenomena komposisi truk sepanjang hari apakah berbeda antar ruas-ruas jalan perkotaan yang disurvei.

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\frac{n}{\varepsilon n} \times 100$$

dimana:  $n$  = jumlah kendaraan pada jam tertentu

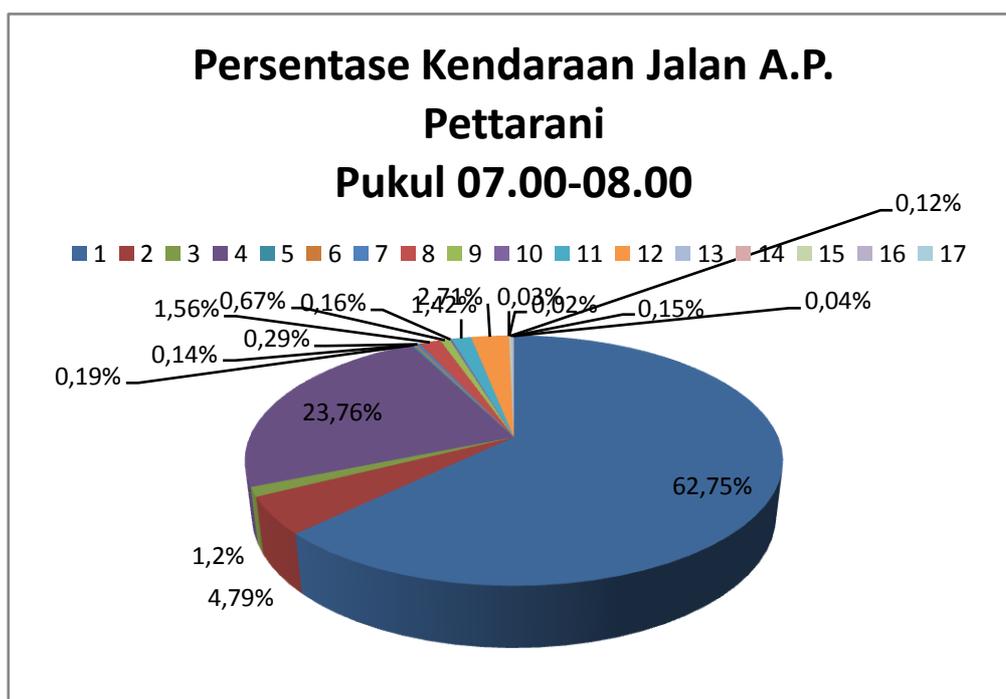
$\epsilon n$  = total jumlah kendaraan pada jam tertentu

Analisis komposisi kendaraan diambil berdasarkan hasil survei yang telah dihitung jumlah persentasenya dan disajikan dalam bentuk tabel dan *chart* seperti di bawah ini:

**Tabel 2** Volume Kendaraan Jalan A.P. Pettarani Pukul 07.00 – 08.00

No.	Jalan	Volume Kendaraan
	Sepeda Motor	10706
	Sedan	817
	Jeep	205
	Van Mini Bus	4054
	Bus Wisata/Bus Karyawan	32
	Bus Besar	24
	Bus Sedang	49
	Mobil Penumpang Umum/Mikrolet	266
	Taksi	114
	Truk Berat (3AS)	27
	Truk Sedang (2AS)/Tangki	242
	Pick Up/Mobil Hantaran	463
	Trailer/Kontainer	5
	Truk Gandeng	4
	Becak	21
	Sepeda	26
	Gerobak	7
Jumlah		17062

Sumber: Olahan data, 2013

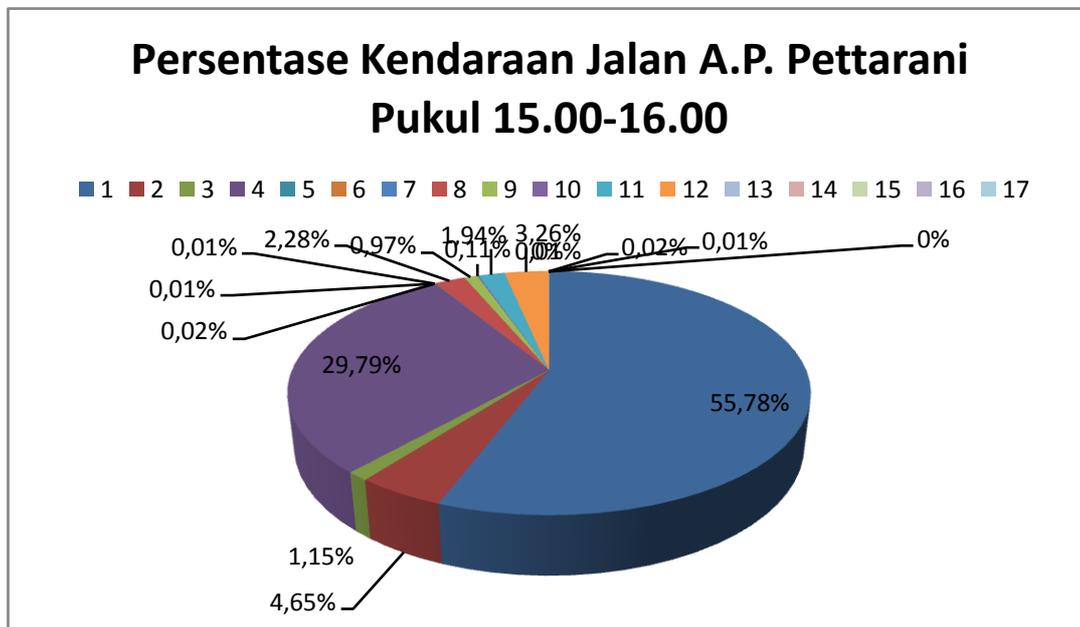


**Gambar 1** Pie Komposisi Kendaraan Jl. A.P. Pettarani Arah Jalan Sultan Alauddin

**Tabel 3** Volume Kendaraan Jalan A.P. Pettarani Pukul 15.00 – 16.00

No.	Jalan	Volume Kendaraan
	Sepeda Motor	5638
	Sedan	570
	Jeep	116
	Van Mini Bus	3011
	Bus Wisata/Bus Karyawan	2
	Bus Besar	1
	Bus Sedang	1
	Mobil Penumpang Umum/Mikrolet	230
	Taksi	98
	Truk Berat (3AS)	11
	Truk Sedang (2AS)/Tangki	196
	Pick Up/Mobil Hantaran	330
	Trailer/Kontainer	1
	Truk Gandeng	0
	Becak	2
	Sepeda	1
	Gerobak	0
<b>Jumlah</b>		<b>10108</b>

Sumber: Olahan data, 2013

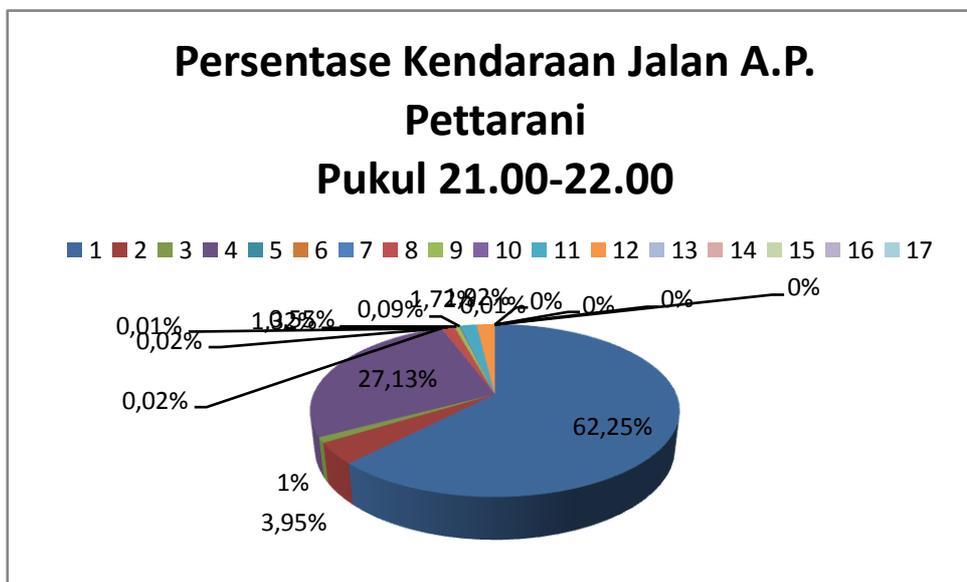


**Gambar 2** Pie Komposisi Kendaraan Jl. A.P. Pettarani Arah Jalan Sultan Alauddin

**Tabel 4** Volume Kendaraan Jalan A.P. Pettarani Pukul 21.00 – 22.00

No.	Jalan	Volume Kendaraan
	Sepeda Motor	7872
	Sedan	500
	Jeep	127
	Van Mini Bus	3430
	Bus Wisata/Bus Karyawan	2
	Bus Besar	3
	Bus Sedang	1
	Mobil Penumpang Umum/Mikrolet	167
	Taksi	70
	Truk Berat (3AS)	12
	Truk Sedang (2AS)/Tangki	217
	Pick Up/Mobil Hantaran	243
	Trailer/Kontainer	0
	Truk Gandeng	0
	Becak	1
	Sepeda	0
	Gerobak	0
Total		12645

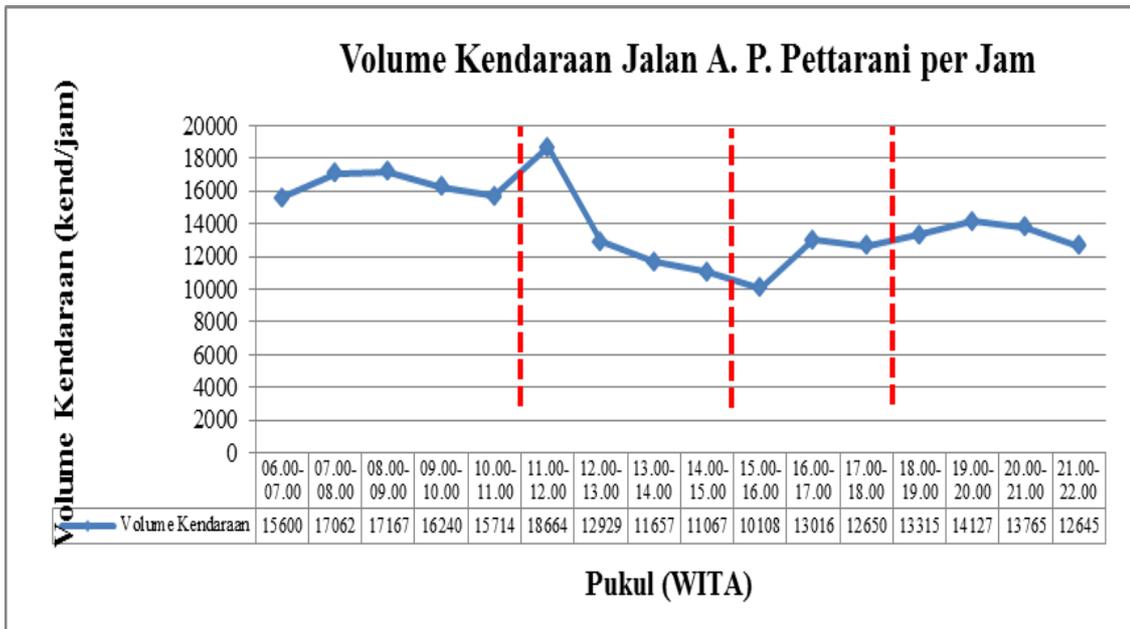
Sumber: Olahan data, 2013



**Gambar 3** Pie Komposisi Kendaraan Jl. A.P. Pettarani Arah Jalan Sultan Alauddin

**HASIL**

Hasil pengolahan data dan analisis hasil dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 4** Grafik *Chart* Volume Kendaraan Jalan A. P. Pettarani Per Jam



**Gambar 5** Grafik *Chart* Volume Jenis Kendaraan Jalan A. P. Pettarani

Untuk lebih jelasnya akan diurutkan tingkat komposisi kendaraan mulai dari yang tertinggi adalah sebagai berikut:

**Tabel 6** Tingkat Urutan Persentase Jenis Kendaraan Jl. A.P. Pettarani

No.	Jalan	Persentase (%)
	Sepeda Motor	60,943
	Van Mini Bus	26,273
	Sedan	4,722
	Pick Up/Mobil Hantaran	2,494
	Mobil Penumpang Umum/Mikrolet	1,555
	Truk Sedang (2AS)/Tangki	1,507
	Jeep	1,181
	Taksi	0,654
	Truk Berat (3AS)	0,205
	Bus Sedang	0,136
	Becak	0,074
	Bus Wisata/Bus Karyawan	0,067
	Bus Besar	0,063
	Trailer/Kontainer	0,041
	Sepeda	0,040
	Truk Gandeng	0,032
	Gerobak	0,013
Total		100

Sumber: Olahan data, 2013

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa tingkat komposisi kendaraan (persentase) Truk Berat 0,20%, Truk Sedang 1,50%, Trailer/Kontainer 0,04%, dan Truk Gandeng 0,03%.

**Tabel 7** Persentase Kendaraan Jalan A.P. Pettarani

Jenis Kendaraan	Volume	Persentase (%)
Sepeda Motor	137565	61,021
Kendaraan Ringan	77614	34,428
Kendaraan Berat	10261	4,552
Total		100

Sumber: Olahan data, 2013

**Tabel 8** Persentase Kendaraan Pada Jaringan Jalan di Kota Makassar

Nama Jalan	Sepeda Motor	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Truk
A.P. Pettarani	61,021%	34,428%	4,552%	4,285%
Abd. Dg. Sirua	81,313%	16,458%	2,228%	2,201%
Adyaksa	81,736%	16,235%	2,029%	2,008%
Adyaksa Baru	70,706%	28,790%	0,504%	0,495%
Andi Tonro	73,890%	24,901%	1,209%	1,205%
Arif Rate	62,790%	35,282%	1,928%	1,928%
Bandang	78,621%	17,947%	3,431%	3,413%
Batua Raya	79,363%	18,251%	2,386%	2,357%
Borong Raya	78,422%	18,988%	2,589%	2,589%
Boulevard	67,556%	30,690%	1,755%	1,702%

Nama Jalan	Sepeda Motor	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Truk
Cakalang	70,178%	21,138%	8,684%	8,678%
Cendrawasih	77,235%	21,796%	0,970%	0,905%
Dg. Tata	80,122%	17,697%	2,182%	2,039%
Dr. Ratulangi	57,094%	41,422%	1,484%	1,455%
Gagak	76,805%	17,381%	5,814%	5,641%
GunungBawakaraeng	59,733%	38,172%	2,094%	2,094%
Haji Bau	59,870%	34,786%	5,344%	5,180%
Hertasning	56,398%	41,897%	1,705%	1,705%
HertasningBaru	77,942%	18,377%	3,681%	3,654%
Jend. Ahmad Yani	55,476%	43,965%	0,559%	0,381%
Kakatua	74,551%	23,293%	2,156%	2,143%
Masjid Raya	74,350%	20,792%	4,858%	4,108%
Penghibur	59,062%	38,901%	2,038%	1,972%
PerintisKemerdekaan	75,079%	22,185%	2,737%	2,630%
Rajawali	72,700%	21,605%	5,695%	5,639%
Rapocini Raya	87,579%	11,905%	0,516%	0,513%
Sulawesi	54,503%	42,069%	3,429%	3,417%
Sultan Alauddin	73,323%	23,675%	3,002%	2,973%
SutanHasanuddin	62,313%	35,754%	1,933%	1,858%
Sungai Saddang	61,239%	36,800%	1,962%	1,934%
TentaraPelajar	58,196%	34,509%	7,295%	7,166%
UripSumoharjo	75,983%	22,310%	1,708%	1,648%
Veteran Selatan	57,312%	38,913%	3,774%	2,873%
Veteran Utara	77,232%	19,124%	3,644%	3,486%

Sumber: Olahan data, 2013

Hasil analisis tersebut memperlihatkan bahwa komposisi truk terhadap volume lalu lintas yang ada cukup kecil 0,381% s/d 8,67%, dimana tingkat distribusi frekuensinya sepanjang hari tidak sama untuk semua jalan arteri di Kota Makassar. Jalan-jalanarteriutamamemperlihatkanfrekuensimelintastruk yang lebihbesar dibandingkandalan-jalanarterisekunder.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis hasil maka kesimpulan dari hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa komposisi truk terhadap volume lalu lintas yang ada cukup kecil, dimana tingkat distribusi frekuensinya sepanjang hari tidak sama untuk semua jalan arteri di Kota Makassar. Jalan-jalan arteri utama memperlihatkan frekuensi melintas truk yang lebih besar dibandingkan jalan-jalan arteri sekunder.

Hasil-hasil pada studi ini telah memberikan gambaran awal terhadap komposisi truk pada jaringan jalan di Kota Makassar, dan lebih jauh dapat digunakan pada studi estimasi emisi dan prediksi kebisingan truk, kontribusi truk terhadap kemacetan lalu lintas perkotaan, dan penilaian resiko pengoperasian truk pada jalan perkotaan yang akan dilakukan pada studi-studi lanjutan di masa mendatang.

## **REFERENSI**

- Fidel M. 2004. *Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fwa, T.F. 2006. *The Handbook of Highway Engineering*. New York: CRC Press.
- Leksmono SP. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Indeks.
- Sugiyanto, G. 2007. *Kajian Penerapan Congestion Charging Untuk Meningkatkan Penggunaan Angkutan Umum (Studi Kasus di Koridor Malioboro, Yogyakarta). Thesis for Magister Degree*. Rekayasa Transportasi, Institut Teknologi Bandung (unpublished).
- Sugiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

## LOCAL TRAFFIC AND PUBLIC TRANSPORT PORTRAITS: A CASE STUDY IN PADANG CITY

### Gusri Yaldi, PhD

Civil Engineering Department  
Padang State Polytechnic  
Kampus Politeknik Unand  
Limau Manis-Padang, 25163  
Telp: (+62) 82173117206  
[gusri.yaldi@yahoo.com](mailto:gusri.yaldi@yahoo.com)

### Apwiddhal

Civil Engineering Department  
Padang State Polytechnic  
Kampus Politeknik Unand  
Limau Manis-Padang, 25163  
Telp. (+62) 81374698872  
[widdpoli@yahoo.com](mailto:widdpoli@yahoo.com)

### Imelda M. Nur

Business Administration Department  
Padang State Polytechnic  
Kampus Politeknik Unand  
Limau Manis-Padang, 25163  
Telp. (+62) 85376770071  
[imeldamnur@yahoo.com](mailto:imeldamnur@yahoo.com)

### Momon

State Planning and Development Agency of  
West Sumatra Province  
(BAPPEDA Sumatera Barat)  
Padang, 25000  
Telp. (+62) 85278210150  
[Momon2008@gmail.com](mailto:Momon2008@gmail.com)

### Abstract

This paper discusses the portraits and problems of local transport in Padang city related to some national issues which could represent the same condition in other cities in Indonesia too. It was found the private motor vehicles number on the road, especially motor cycles, is significantly higher compared to public transports. However, the public transport service tends to remain as the main transport mode in Padang, despite its decreasing percentage of usage. There were two kinds of public transports in term of mode sizes, namely the Para-transits (a passenger size public transport with maximum seat or passenger number is 11) and Medium size buses (maximum seat number is 26). However, the Medium size buses tend to be extinct and were found no longer operated since 2012. Meanwhile, the existing train service is mainly used for intercity trips although it has been existed since more than a century ago with the railway network is parallel with the major arterial roads crossing the Padang city. These figures seem to indicate the weak public transport planning and management. The local government launched newly developed Bus Rapid Transit service in February 2014. Although it might be considered premature, the recorded passenger number tends to be decreasing and hence and would end up like previous the medium size buses. The local government is suggested to address these issues seriously in order to minimize the negative impacts and potential economic loss of transport sector.

**Keywords:** *Para-transit, Bus Rapid transit, Train, Padang*

### Abstrak

Tulisan ini membahas portret dan problema transportasi lokal dengan ilustrasi pada kota Padang serta kaitannya dengan isu-isu nasional yang juga dapat merepresentasikan kondisi yang sama pada kota-kota lain di Indonesia. Salah satu temuannya adalah jumlah kendaraan pribadi di jalan raya, khususnya sepeda motor secara signifikan jauh lebih banyak dibandingkan kendaraan umum. Namun, kendaraan umum cenderung bertahan menjadi moda utama di Padang-walaupun persentasenya menunjukkan angka penurunan. Terdapat dua jenis moda angkutan umum di Padang berdasarkan ukuran modanya, yaitu mini bus dengan jumlah kursi atau penumpang 11 orang, dan bus ukuran sedang (jumlah kursi maksimum 26). Tetapi, angkutan umum dengan moda bus ukuran sedang tidak lagi beroperasi sejak tahun 2012. Moda kereta api hingga saat ini hanya digunakan untuk perjalanan antar kota walaupun sudah beroperasi sejak lebih dari satu abad yang lalu dengan lintasan rel tunggal paralel dengan jalan arteri melintasi Padang, dan tidak terintegrasi dengan angkutan umum lainnya. Kondisi ini boleh jadi memperlihatkan lemahnya perencanaan dan manajemen angkutan umum. Pemerintah kota Padang baru saja mengoperasikan angkutan umum Bus Rrapid Transit pada Februari 2014. Dari data sementara, jumlah penumpangnya cenderung menurun dan boleh jadi berakhir sama dengan angkutan umum bus ukuran sedang yang tidak lagi beroperasi karena minimnya penumpang. Pemerintah lokal disarankan untuk memperhatikan masalah ini dengan serius guna mencegah efek negatif dan potensi kerugian ekonomi dari sektor transportasi.

## INTRODUCTION

Padang city is located in west coast of Sumatra Island with a total area of 694.96 KM<sup>2</sup> and recorded population number is 854336 individuals, 1.1% higher than the previous year. The Gross Domestic Regional Product (GDRP) is Rp. 30696.06 Billion with economic growth rate 6.58% and the average monthly income was Rp. 2.6 Million. Meanwhile, total funding allocated for transport sector in 2012 was Rp. 10.211 Billion or 1.8% of total budget (BPS, 2012), increased nearly 40% compared to 2009 (Rp. 7.178 Billion/0.8% of total budget) (BPS, 2009). It could be considered as a positive effort from the local government to improve the existing transport system so that the economic growth rate can be lifted up. Therefore, it must be supported with well-planned and designed transport system, including integrated Public Transport (PT) service and management meeting the travel demand.

## PADANG TRANSPORT FIGURES

The average number of trip/day/household is relatively high ranging from 5 to 12 trips, depends on the household size (Dishub, 2012b). Work trip purpose has the highest percentage, combined with school trip it becomes 54%-more than half of the trip number (see Figure 1) (Dishub, 2012b). This percentage could indicate the potential demand of transport, especially the public transport and hence required to be managed. In addition, Padang also contributed 16.3% of total trips- the highest one compared to other 18 cities/regencies cities in West Sumatra (Dishub, 2012c).

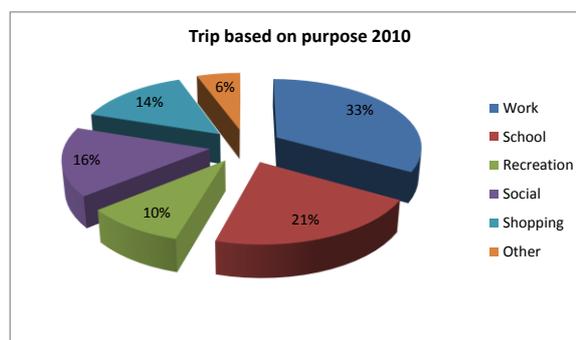


Figure 1. Trip based on purposes in 2012

In contrast, the road network in Padang is dominated by private vehicles (PV) such as passenger cars (PC) and motor cycles (MC). The latest statistic data suggests the total population of motor vehicles in Padang city is 412196 units with the annual growth rate more than 10%. The percentage of MC is the highest one compared to other kinds of motor vehicles counted for 74.14% (BPS, 2012). This situation demands a reliable integrated multimode and environmentally friendly public transport (PT) system and hence the negative impacts such as road accident, congestion, and energy consumption could be minimized. Especially in increasing the economy competitiveness of Padang city as suggested in Mid-term National Development Plan (RPJMN) 2010-2014 (RI, 2010).

## **PUBLIC TRANSPORT FIGURES: PARA-TRANSIT**

Meanwhile, the main PT in Padang were Para-transits (the same size as a PC) with a maximum seat or passenger number is 11, and medium size buses (maximum seat number is 26) (See Figure 2). The fleet ratio of Para-transits (PTr) compared to medium-size buses (MB) in 2009 was 85%:15% (BPS, 2009). However, the MB tends to be extinct and was no longer operating since 2012 (BPS, 2012).

Like the MB, PTr could also experience the same problem as MB due to some factors especially related to onboard convenience resulted from its size such as poor lay out, lack of space inside the mode, not equipped with air condition, and most importantly the safety issue. In addition, the government of Indonesia released another controversial policy called “Low Cost Green Car/LCGC) in 2013 (Kemenhub, 2013). It could trigger more PTr users to purchase LCGC resulting in mode shift from PTr to new brand owned PCs. The PTr share was reported gradually decreasing since 2004. It can be seen in Figure 3 that based on Home Interview (HI) survey the percentage of PT used by population in Padang was 53% in 2004 and become about 46% in 2010 (Dishub, 2012a).

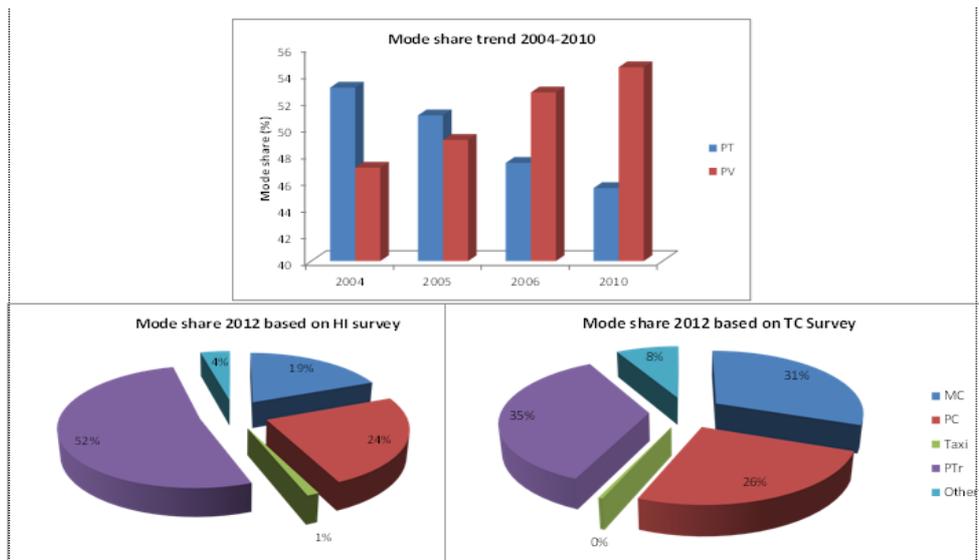


**Figure 2.** PT in Padang Para-transit (left) and medium size bus (right)

Although it tends to decrease likely due to convenience and safety issues, PTr could be still considered the main transport in Padang city. It was found through HI survey in 2012 where nearly 52% respondent used PTr as transport mode. Yet, data from 2012 Traffic Count (TC) survey on major roads suggests Private Vehicle (PV) such as PC and MC still dominated the road network in Padang city as depicted by Figure 3 with a ratio PV and PT 65% : 35%. Majority of PTr are operating on the individual basis, while the government issues the operating and route permits. There is no ticket and the passenger pays onboard, depends on the length of the trip. The PTr stops and serve the passenger everywhere, regardless the location of available bus stops leading to a poorer traffic condition on the road.

## **PUBLIC TRANSPORT FIGURES: TRAIN**

Despite the high demand of PT service and its decreasing trend, the HI survey found that the respondents were barely used mass transit mode like train as a transport mode. In contrast, the train network in Padang has been existed since 1892 or more than a decade ago. It was only use for commodity transport since 1990 which mainly transporting Cement product more than 3 Tons annually from Indarung (the largest cement company in Sumatra Island) to Teluk Bayur (the biggest sea port in West Sumatra) with total length of rail network is 15 KM. Figure 4 shows the train used to transport Cement product (Dishub, 2012c).



**Figure 3.** PT share and trend in Padang city

The train now serves the people passenger for intercity trips from Padang and Pariaman cities with total length of rail network 27.84 KM crossing the Padang city alongside the major primary arterial roads. This intercity train called “Sibinuang” as depicted by Figure 5. The intercity passenger train is now operating twice a day connecting Padang and Pariaman cities. Ticketing system is still manual and not integrated with other public transport in Padang. It can be purchased at the major stations, the same price for all age passengers. The price is Rp. 2500 per passenger (one way) remains the same since 2007. The state government of West Sumatra intends to operate the Railbus by using the existing rail network crossing the Padang city to the Minangkabau International Airport (MIA) in Padang Pariaman Regency located in the northern part of West Sumatra and also Monorail above the Railbus with the network can be seen in Figure 6.

## **PUBLIC TRANSPORT FIGURES: NEWLY DEVELOPED BRT**

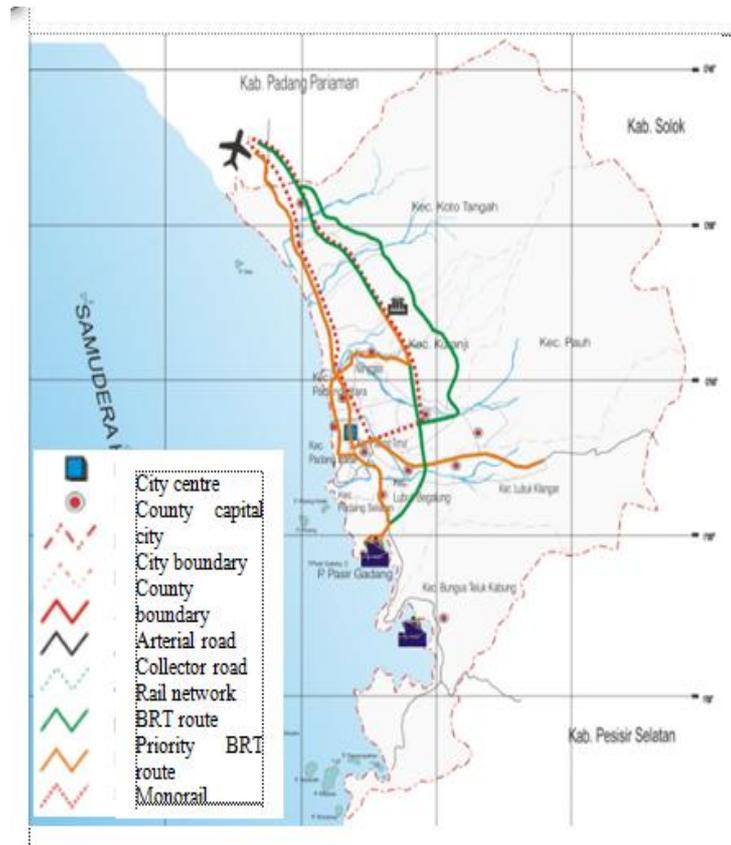
The local government of Padang city launched the newly developed Bus Rapid Transit (BRT) service in February 2014, operating every day from 6 AM to 8 PM with 15 medium-size buses and air conditioned. It is planned to develop five corridors of BRT connecting the Northern area (BIM/Minangkabau International Airport)-Southern area (Teluk Bayur/The Largest sea Port in West Sumatra-located in Padang), and Eastern area (Government area centre/Air Pacah)-western area (Pusat kota/ city central). However, only corridor 1 is currently served by the BRT (K1) (See Figure 7).



**Figure 4.** Train cement product transport



**Figure 5.** Padang-Pariaman intercity train (Sibinuang)



**Figure 6.** Existing and future plan of PT network

Like the train, BRT also using manual ticketing system. Its service is not integrated with other PT services such as PTr and Train. However, the ticket price for students is cheaper than regular one. It is Rp. 1500 and Rp. 3500 respectively-one way. More than 4200 tickets sold daily, where the ratio between student and regular ticket selling is 35%:65% consecutively. The BRT is run by a private company through “buy the service” scheme. All funds from the ticket selling are collected by the local transport department. The operator is then paid based on the KM-travelled by BRT. Although it might be premature, the demand tends to be stagnant; it is event showing a decreasing trend (see Figure 8). The operator releases the BRT route as well as the bus stop location; however, the time table is still not clear.

## **PUBLIC TRANSPORT FIGURES: AIRPORT BUS**

There is another PT operating in Padang, the airport bus (APB) connecting the Padang city and MIA in Padang Pariaman regency-located in the northern boundary of Padang. It operates hourly by two different companies called “Tranex” and DAMRI”. These air-conditioned APB has almost identical routes or overlapping with BRT route and uses the same size buses. Actually, the BRT route (K1) is located inside the APB passenger catchment area. However, it is extended to the MIA and hence the route is longer. The ticket is much more expensive compared to the BRT. It is Rp. 18.000-one way and paid onboard manually. An interesting fact about the APB service is about 20% of public did not know that there is APB service operating daily. It was also found the unclear time table, route and bus stop location as the main reason behind low percentage of APB service usage (Yaldi et al., 2013).

## **DISCUSSION**

The motor vehicle growth rate in Padang is similar to at the national level which is 10% (Yaldi, 2012) with the road network length growth rate about 7.3% annually. One of the consequences of these figures is that consumption of oil from transport sector will increase annually, and then the amount of imported oil would also increase. The main source of energy in Indonesia is currently from the oil (RI, 2011). It contributes about 60% of national energy consumption. It was reported that the oil consumption was about 60 Billion liters in 2010 and about one third was imported and subsidized (Bappenas, 2011).

Transportation sector spends more than a half of the national oil consumption, followed by the household/service and industry sectors. Land transport was the biggest oil consumer from transport sector which is up to 88% where 34% of it was used by the private car (BPPN, 2006). In contrast, it was reported in 2006 the estimated oil deposit could last only about 18 years (or ten years remaining from 2014) (BPPN, 2006). Indonesia is in front of energy crisis! It must be anticipated immediately, and one of the solutions is by shifting the private car usage to the more sustainable and greener mode of transports. In addition, PT only used 9% of oil consumption from land transport sector-significantly lower than other modes (Bappenas, 2011).

Another impact of PV dominance in Padang is increasing number of congested spots. Yaldi (2012) described some portraits of Indonesian transport system which also representing the existing condition in Padang city. Congestion occurs mainly inside the Central Business District (CBD) and also some area located in outside CBD but still in the city of Padang. Some spots experience a severe congestion level and its level of service could reach the lowest one (Yaldi, 2012). Gwilliam (2002) reported in Ma et al. (2007) that traffic congestions could cause loss up to three per cent GDP in many countries and double for developing countries. Therefore, the potential loss due to congestion in Padang city would be more than Rp. 900 Billion (3% of the 2012 GDRP)-significantly much higher than the budget allocated by the local government for transport sector, even higher than all sector's budget combined together.



Figure 7. Newly operated BRT, route, and bus stops

Soehodho (2007) claimed that an imbalance occurs between the growth of road infrastructure and the motor vehicle number. The motor vehicle number growth rate of about ten per cent is only followed by about one per cent of road length development at national level. Although the road length growth rate in Padang is much higher compared to national level, it is still considered imbalanced. The major effect caused by this imbalance is an increasing number of traffic accident and its casualty annually. The road accident number in Padang is rank as the highest one compared to other cities/regencies in West Sumatra since 2008. The recorded number of road accident in 2012 was 444 cases with fatality index/FI 1.5 (1.5 fatalities/10000 registered motor vehicles) and Case Fatality Rate/CFR 14%. These FI and CFR are much lower compared to national level which are 3.93 and 50.70% (Kemenhub, 2011b). However, these numbers would increase due to rocketing number of PV as well as poor quality of PT service. Besides, it was targeted to

reduce the accident number by 50% in 2014 (RI, 2010). The potential loss due road accident is ranging between 2.9% and 3.1% GDP (Kemenhub, 2011b). For Padang city, the potential loss could reach Rp. 1 Trillion (based on 2012 GDRP). The PC and MC dominance could remain in the future unless a systematic effort in persuading the public to shift from PV to PT based on the public expectation towards PT service is undertaken by all stakeholders like providing Bus Rapid Transit (BRT) in Padang city.

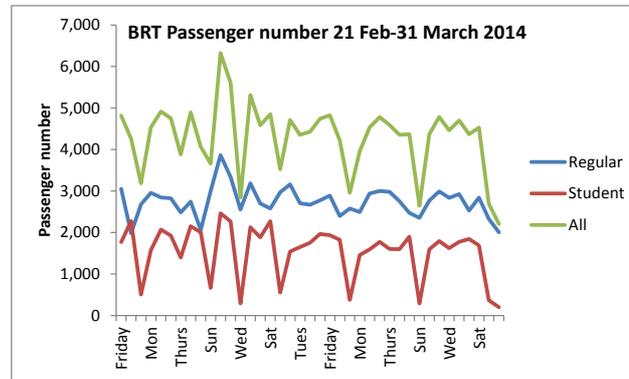


Figure 8. BRT Passenger number

For Padang case, the use of PTr as PT mode could worsen the existing traffic condition since it uses the same road space as PC and hence the use of larger mode size like buses and trains are recommended. The mass rapid transit like train is mainly used for intercity trips only, while according to the Master plan of National Train (RIPNAS) it was planned to promote the use of train as urban transport mode in Padang as part of increasing the train mode share up to 13% through improving and developing the existing rail network and infrastructure with total estimated cost by 2030 is USD 33169.50(Kemenhub, 2011a). Another main issue related to Padang transport system is there is no integration among existing PT services, and the service route tends to be overlapping indicating a poor planning and management of PT system. The likely impact is decreasing percentage of PT usage as indicated by decreasing trend of passenger number of the newly BRT service.

## SUMMARY

The above issues represent the traffic management in Padang is likely weak which is a common problem as well as in other cities in developing countries identified earlier by GWilliam (2003). The main reason behind this drawback could be due to low number of skilled human resource low (Kemenhub, 2011a, Kemenhub, 2005) resulting in inadequate planning and implementation skills, and lack of budget worsen the planning output (Ortuzar and Willumsen, 1994). The good news is PT is still one of the main transport modes in Padang despite its decreasing mode share. It is recommended to address these issues comprehensively so that the reliable, sustainable and integrated PT based on the traveller expectation could be developed in Padang city in order to prevent a higher potential economic loss.

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to say thank you for local transport department (Dinas Perhubungan/Dishub) in Padang city as well as West Sumatra Province Transport Department for sharing the data and hence this paper can be published.

## REFERENCES

- BAPPENAS 2011. Analysis of petrol consumption pattern (in Bahasa). Jakarta: Bappenas (National Planning and Development Agency) of Indonesian Republic.
- BPPN 2006. Effort to minimize the petrol consumption in transportation sector (in Bahasa). Jakarta: Bappenas (National Planning Body) of Indonesian Republic.
- BPS 2009. Padang in Figures (in Bahasa). Padang: Padang Bureau of Statistics Centre.
- BPS 2012. Padang in Figures (in Bahasa). Padang: Padang Bureau of Statistics Centre
- DISHUB 2012a. Mass Transit Program of Padang City (in bahasa). Padang: Padang Transport Department.
- DISHUB 2012b. Master Plan of Road Transport and network. Padang: Padang transport Department.
- DISHUB 2012c. Master Plan of West Sumatra Train (in Bahasa). Padang: West Sumatra Transport Department.
- GWILLIAM, K. 2002. Cities on the Move: A World Bank Urban Transport Strategy Review. Washington, DC: World Bank.
- GWILLIAM, K. 2003. Urban transport in developing countries. *Transport Reviews*, 23, 197-216.
- KEMENHUB 2005. National Transportation System (SISTRANAS) (in Bahasa). In: KEMENHUB (ed.) *KM 49 Tahun 2005*. Jakarta: Kemenhub.
- KEMENHUB 2011a. Master Plan of National Train System (RIPNAS) (in Bahasa). In: KEMENHUB (ed.) *PM 43 Tahun 2011*. Jakarta: Kemenhub.
- KEMENHUB 2011b. Road Safety national Plan (RUKN) 2011-2035 (in Bahasa). In: REPUBLIC, T. M. O. I. (ed.). Dirjen Hubungan darat.
- KEMENHUB. 2013. *Cheap car program, impact and its olution (in Bahasa)* [Online]. Jakarta: Kemenhub. Available: <http://dephub.go.id/read/opini/program-mobil-murah-dampak-dan-solusinya-59715/59715> [Accessed 7 June 2014].
- MA, H., YANG, X. & SHI, Q. 2007. MOTORIZATION PROCESS AND MANAGEMENT IN BIG CITIES IN CHINA. *IATSS Research*, 31, 42-47.
- ORTUZAR, J. D. D. & WILLUMSEN, L. G. 1994. *Modelling transport*, West Sussex, England, John Wiley & Sons Ltd.
- RI 2010. Mid-term National Development Plan (RPJMN) 2011-2014. *No. 5 Tahun 2010*.
- RI 2011. Masterplan Acceleration and Expansion of Indonesia Economic Development (MP3EI) 2011-2025. In: AGENCY, M. O. N. D. P. N. D. P. (ed.). Jakarta: Coordinating Ministry for Economic Affairs.
- SOEHODHO, S. 2007. MOTORIZATION IN INDONESIA AND ITS IMPACT TO TRAFFIC ACCIDENTS. *IATSS Research*, 31, 27-33.
- YALDI, G. 2012. Some portraits and problems of Indonesian transportation systems. *15th FSTPT International Symposium*. Bekasi, Indonesia: FSTPT.

YALDI, G., MOMON & MIRO, F. 2013. Minimizing the petroleum consumption from transport sector by improving and extending the Minangkabau International Airport bus service. *the 9th International Conference of Geotechnical and Transportation Engineering*. Johor Bahru, Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.

# PENGGUNAAN INDEKS PELAYANAN JALAN DALAM MENENTUKAN TINGKAT PELAYANAN JALAN PADA RUAS JALAN BANYAK LAJUR

Najid

Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Tarumanagara

email : [najid2009@yahoo.com](mailto:najid2009@yahoo.com)

Telp. 0818156673

## Abstract

Level of service is important parameter for determining the road performance that is influenced by speed and volume of traffic at the certain road. In the appendix of Decree 14 year 2006 is listed categories level of service for each condition of any road function such as arterial, collector and local road. But the level of service at those decree seem too optimistic or not sensitive when applied to the current road conditions, especially on the streets of the city, that cause all the roads show at lowest level of road service or F level, especially during peak hour, so it is certainly difficult to evaluate. For those reason it is necessary to revise the provision regarding road level of service that based on a calculation of Road Service Index which consists of variables such as design speed, travel time, road capacity and traffic volume at the certain time. The revise of those provision will be proposed become the Transportation Minister Decree substitute the recent regulation. This research based on observation or field study, then IHCM method used for Level of Service analysis and mathematical method for calculating road service index. Conclusion based on comparisson of those both methods.

**Keywords:** Road Performance Index, Level of Service

## Abstrak

Tingkat pelayanan jalan adalah parameter yang penting terutama dalam menentukan unjuk kerja suatu jalan yang dipengaruhi oleh kecepatan dan volume lalu lintas pada jalan tersebut. Tingkat pelayanan jalan di Indonesia diatur oleh Keputusan Menteri Perhubungan No.14 tahun 2006 tentang Tingkat Pelayanan Jalan dan Karakteristik Operasi Terkait. Dalam lampiran keputusan menteri tersebut tertera kategori tingkat pelayanan jalan untuk setiap kondisi kecepatan dan perbandingan volume dan kapasitas untuk setiap fungsi jalan seperti Arteri, Kolektor dan Lokal. Namun tingkat pelayanan jalan pada peraturan menteri tersebut terlihat terlalu optimis sehingga jika diaplikasikan pada kondisi jalan saat ini terutama pada jalan-jalan di kota Jakarta maka semua jalan berada pada kondisi tingkat pelayanan jalan terendah atau level F terutama pada jam sibuk. Revisi ketentuan mengenai tingkat pelayanan jalan ini nantinya dapat diusulkan untuk menjadi Keputusan Menteri Perhubungan pengganti Keputusan Menteri sebelumnya yang mengatur mengenai tingkat pelayann jalan. Penelitian ini didasarkan pada observasi atau survei lapangan kemudian analisis menggunakan metode IHCM untuk perhitungan tingkat pelayanan jalan dan metode matematis untuk perhitungan indeks pelayanan jalan. Kesimpulan didasarkan perbandingan hasil dari kedua metode tersebut.

**Kata Kunci:** Indeks Pelayanan, Tingkat Pelayanan Jalan.

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Sebagaimana diketahui bahwa penggunaan angkutan pribadi khususnya sepeda motor sangat tinggi di DKI Jakarta, menurut data selama 8 tahun jumlah sepeda motor di DKI Jakarta telah meningkat 3 kali lipat yaitu dari 2.212.961 tahun 2000 menjadi 6.765.723 tahun 2008, sementara pada beberapa rute penumpang angkutan umum menurun cukup berarti. Hal ini menunjukkan adanya perpindahan demand dari angkutan umum ke angkutan pribadi.

Panjang jalan di kota Jakarta saat ini hanya 6,28 persen dari luas wilayahnya, sementara jumlah kendaraan bermotor di wilayah DKI Jakarta mencapai 9.993.867 unit. Dinas Perhubungan DKI mencatat pertumbuhan kendaraan mencapai 10,79 persen per tahun. Sepuluh tahun ke depan, tanpa pengendalian jumlah kendaraan bermotor bisa dua kali lipat jumlah tahun ini. Berdasarkan fakta lima tahun terakhir penambahan jumlah kendaraan di DKI Jakarta menunjukkan setiap hari bertambah kendaraan baru sebanyak 1.127 kendaraan terdiri dari 236 kendaraan mobil dan 891 motor. Bahkan di Jadetabek setiap hari bertambah kendaraan baru sebanyak 2.027 kendaraan terdiri dari 319 mobil dan 1.707 motor.

Perkembangan angka tersebut belum memperhitungkan pertumbuhan sepeda motor sehingga kemungkinan macet total akan lebih cepat atau sebelum 2014. Jika prediksi awal disesuaikan dengan fakta lima tahun terakhir penambahan jumlah kendaraan di DKI Jakarta, dimana rata-rata pertumbuhan kendaraan bermotor tetap 9,5% pertahun, dan pertumbuhan rata-rata luas jalan tetap 0,01% pertahun. Diperlukan peningkatan pelayanan angkutan umum untuk memindahkan pengguna angkutan pribadi menjadi pengguna angkutan umum melalui perbaikan pelayanan angkutan umum.

Tingginya penggunaan angkutan pribadi tersebut menyebabkan tingginya pergerakan lalu lintas di jalan, dengan demikian lalu lintas semakin padat sehingga tingkat pelayanan jalan menjadi turun. Turunnya tingkat pelayanan jalan merupakan indikator yang dapat digunakan oleh pemerintah dalam penanganan jalan.

Dengan demikian penetapan tingkat pelayanan jalan menjadi sangat penting, oleh karena itu Kementerian Perhubungan pada tahun 2006 telah mengeluarkan Keputusan Menteri no 14/ 2006 yang mengatur diantaranya tentang kriteria tingkat pelayanan jalan. Namun kriteria yang terdapat pada peraturan menteri Perhubungan tersebut perlu di evaluasi melihat pada kondisi komposisi penggunaan kendaraan saat ini dan persepsi dari pelaku pergerakan atau pengguna jalan.

Kondisi tingkat pelayanan jalan sangat dipengaruhi oleh kondisi atau karakteristik tata guna lahan selain oleh karakteristik jalan itu sendiri berdasarkan fungsinya. Klasifikasi dari tingkat pelayanan jalan juga harus mudah di evaluasi untuk dilakukan revisi atau penyesuaian di masa yang akan datang.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis hubungan karakteristik jalan dan tata guna lahan terhadap indeks tingkat pelayanan jalan
2. Membuat indeks tingkat pelayanan jalan untuk setiap kategori jalan dan tata guna lahan
3. Merumuskan tingkat pelayanan jalan berbasis indeks tingkat pelayanan jalan berdasarkan persepsi pengguna jalan

## **1.3. Identifikasi dan Perumusan Masalah:**

Ada beberapa permasalahan yang ada disini antara lain adalah:

1. Kategori tingkat pelayanan jalan menurut KM 14/ 2006 terlihat terlalu optimis dan kasar atau tidak terlalu menggambarkan kondisi pelayanan sebenarnya.
2. Tidak mempertimbangkan kondisi perkerasan dan alinyemen jalan serta faktor lingkungan
3. Penilaian kategori tingkat pelayanan tidak didasarkan persepsi pengguna jalan, terutama untuk menjelaskan batas antara kategori

4. Penetapan kategori pelayanan jalan berdasarkan nilai kuantitatif akan lebih mudah dalam memberikan gambaran tentang tingkat pelayanan jalan dan lebih mudah dikoreksi atau dievaluasi
5. Tingkat pelayanan jalan sangat erat hubungannya dengan fungsi jalan dan kondisi tata guna lahan disekitarnya.

Dari masalah tersebut dapat dirumuskan:

1. Bagaimana pengaruh karakteristik pelayanan jalan yang dirumuskan dalam indeks tingkat pelayanan jalan ?
2. Bagaimana persepsi masyarakat tentang kondisi pelayanan jalan tertentu relatif terhadap ruas jalan lainnya ?

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Klasifikasi jalan berdasarkan status dan kewenangan penyelenggaraannya dikenal jalan yang diselenggarakan pemerintah, pusat (jalan nasional), jalan yang diselenggarakan pemerintah daerah (jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota). Dengan demikian jalan daerah meliputi jalan provinsi, jalan kabupaten dan jalan kota. Saat ini Dit.Jen. Bina Marga (2010) telah mencatat total panjang jaringan jalan yang ada di Indonesia yaitu mencapai 376.176 km yang terdiri dari jalan tol sepanjang 741,97 km (0,20%), jalan nasional non tol 38.569 km (10,25%), jalan provinsi 48.681 km (12,94%), jalan kabupaten 255.253 km (67,85%) dan jalan Kota 32.932 km (8,75%). Sementara jalan Daerah yang diperlukan hingga tahun 2025 adalah hampir 480.000 km (sekretariat Jenderal Dep.PU, 2008).

Dari data tersebut di atas menunjukkan bahwa hampir 91% kebutuhan jalan di Indonesia didominasi jalan daerah. Dengan demikian pengelolaan jalan daerah harus memberikan jaminan pelayanan yang handal dan selamat sehingga mampu mewujudkan keamanan dan kenyamanan bagi penggunaannya, yang akhirnya berujung pada peningkatan pencapaian efisiensi dan efektifitas secara berkelanjutan (Mulyono, 2011).

Sebagaimana disampaikan pada Latar Belakang Masalah yaitu karena pertumbuhan pergerakan lebih cepat dari pertumbuhan jalan maka unjuk kerja jalan atau tingkat pelayanan jalan semakin menurun yang di tandai dengan menurunnya kecepatan perjalanan karena bertambah kepadatan lalu lintas di jalan. Tentu untuk menangani jalan atau meningkatkan pelayanan jalan diperlukan kriteria tingkat pelayanan jalan. Oleh karena itu Kementerian Perhubungan telah mengeluarkan PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN Nomor : KM 14 TAHUN 2006, yang diantaranya memuat kriteria tingkat pelayanan jalan.

Pada Lampiran PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN Nomor : KM 14 TAHUN 2006, tanggal : 6 MARET 2006, telah dijabarkan TINGKAT PELAYANAN DAN KARAKTERISTIK OPERASI TERKAIT dari berbagai jenis jalan yaitu sebagai berikut:

### **1. Jalan Tol**

A. Arus bebas Kecepatan lalu lintas > 100 km/jam

Service volume 1400 smp perjam pada 2 lajur 1 arah

B. Arus stabil dengan kecepatan tinggi, Kecepatan lalu lintas > 90 km/jam

Service volume maksimal 2000 smp perjam pada 2 lajur 1 arah

- C. Arus masih stabil, Kecepatan lalu lintas sekurang-kurangnya > 80 km/jam  
Service volume rate pada 2 lajur 1 arah tidak melebihi 75% dari capacity rate (yaitu 1500 smp perjam per lajur atau 3000 smp perjam untuk 2 lajur)
- D. Arus mendekati tidak stabil dan peka terhadap perubahan kondisi, Kecepatan lalu lintas umumnya berkisar 65 km/jam, Volume lalu lintas sekitar 0,9 dari kapasitas  
Arus puncak 5 menit tidak melebihi 3600 smp per jam untuk 2 lajur 1 arah
- E. Arus tidak stabil, Kecepatan lalu lintas antara 50 – 60 km perjam  
Volume mendekati kapasitas, sekitar 2000 smp per lajur per arah
- F. Arus tertahan,

## **2. Jalan Arteri**

- A. Kecepatan lalu lintas 100 km/jam, Jarak pandang bebas untuk mendahului harus selalu ada, Volume lalu lintas mencapai 20% dari kapasitas (yaitu 400 smp perjam, 2 arah)  
Sekitar 75% dari gerakan mendahului dapat dilakukan dengan sedikit atau tanpa tundaan
- B. Awal dari kondisi arus stabil, Kecepatan lalu lintas > 80 km/jam  
Volume lalu lintas dapat mencapai 45% dari kapasitas (yaitu 900 smp perjam, 2 arah)
- C. Arus masih stabil, Kecepatan lalu lintas > 65 km/jam  
Volume lalu lintas dapat mencapai 70% dari kapasitas (yaitu 1400 smp perjam, 2 arah)
- D. Mendekati arus tidak stabil, Kecepatan lalu lintas turun sampai 60 km/jam  
Volume lalu lintas dapat mencapai 85% dari kapasitas (yaitu 1700 smp perjam, 2 arah)
- E. Kondisi mencapai kapasitas dengan volume mencapai 2000 smp perjam, 2 arah  
Kecepatan lalu lintas pada umumnya berkisar 50 km/jam
- F. Kondisi arus tertahan, Kecepatan lalu lintas 100 km/jam  
Volume lalu lintas sekitar 30% dari kapasitas (yaitu 600 smp/jam/lajur)

## **3. Jalan Kolektor**

- A. Kecepatan lalu lintas 100 km/jam  
Volume lalu lintas sekitar 30% dari kapasitas (yaitu 600 smp/jam/lajur)
- B. Awal dari kondisi arus stabil, Kecepatan lalu lintas sekitar 90 km/jam  
Volume lalu lintas tidak melebihi 50% kapasitas (yaitu 1000 smp/jam/lajur)
- C. Arus stabil, Kecepatan lalu lintas > 75 km/jam, Volume lalu lintas tidak melebihi 75% kapasitas (yaitu 1500 smp/jam/lajur)
- D. Mendekati arus tidak stabil, Kecepatan lalu lintas sekitar 60 km/jam  
Volume lalu lintas sampai 90% kapasitas (yaitu 1800 smp/jam/lajur)
- E. Arus pada tingkat kapasitas (yaitu 2000 smp/jam/lajur), Kecepatan lalu lintas sekitar 50 km/jam
- F. Arus tertahan, kondisi terhambat (congested), Kecepatan lalu lintas 40 Km/jam

## **Jalan Lokal**

- A. Arus stabil dengan sedikit tundaan, Kecepatan perjalanan rata-rata > 30 km/jam
- B. Arus stabil dengan tundaan yang masih dapat diterima, Kecepatan perjalanan rata-rata > 25 Km/jam
- C. Mendekati arus tidak stabil dengan tundaan yang masih dalam toleransi, Kecepatan perjalanan rata-rata > 15 Km/jam

D. Arus tidak stabil, Kecepatan perjalanan rata-rata  $\leq 15$  Km/jam

Menurut Blunden (1971), parameter beberapa jenis jalan yang merupakan hubungan antara waktu tempuh dengan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan tergantung pada lalu lintas yaitu kapasitas, waktu tempuh pada kondisi arus jenuh dan indeks tingkat pelayanan jalan (a), sebagaimana diperlihatkan pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Parameter: untuk beberapa jenis jalan

Kondisi	Tq (menit/ mile)	a	Arus Jenuh (kend/hari)
Jalan Bebas Hambatan	0.8 – 1.0	0 – 0.2	2000 / lajur
Jalan Perkotaan (banyak lajur)	1.5 – 2.0	0.4 – 0.6	1800 / lajur
Jalan Kolektor dan pengumpan	2.0 – 3.0	1.0 – 1.5	1800 / total lebar

Penelitian didasarkan pada analisis obeservasi lapangan dan analisis didasarkan pada perhitungan matematis. Perhitungan matematis menggunakan rumus atau formula hubungan volume atau arus lalu lintas dengan waktu atau biaya perjalanan. Pendekatan matematis untuk perhitungan indeks tingkat pelayanan jalan adalah dengan Pendekatan Linier yaitu:

$$Tq = To + a \cdot To \cdot Q / (C - Q) \quad (1)$$

atau:

$$a = (C - Q) (Tq - To) / To \cdot Q \quad (2)$$

dimana:

a = indeks tingkat pelayanan jalan

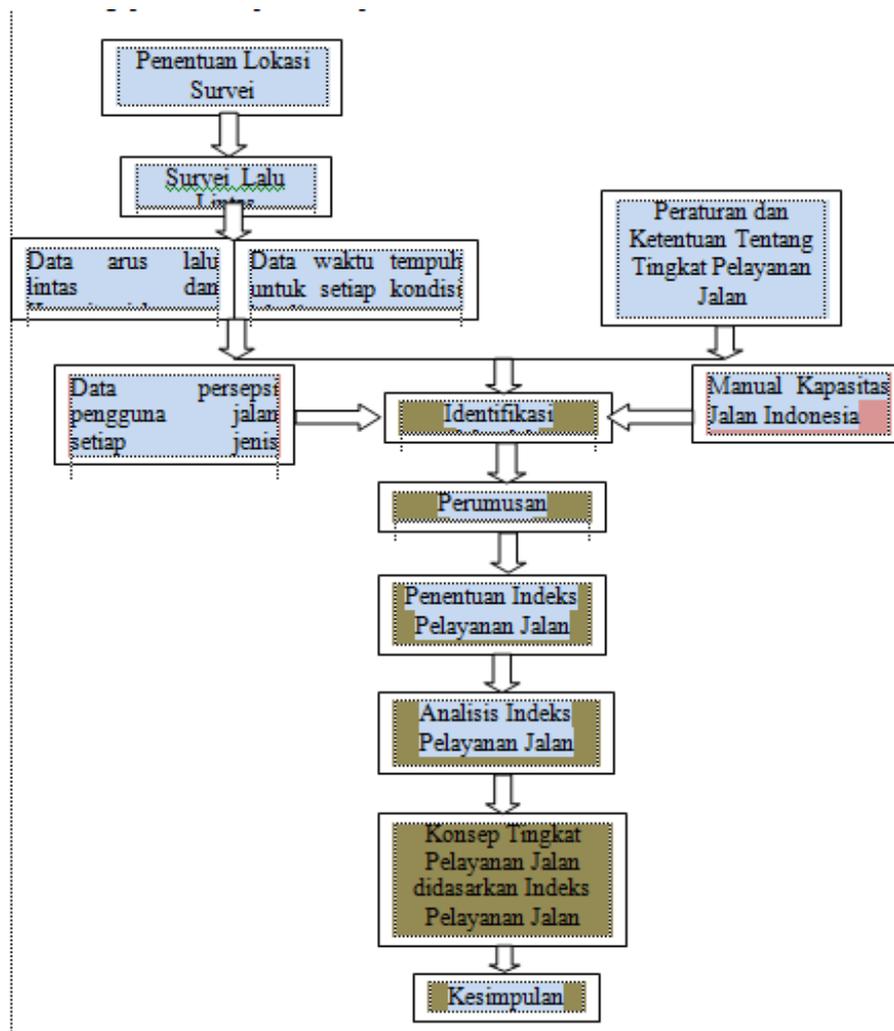
C = kapasitas jalan

Tq = waktu atau biaya perjalanan pada kondisi arus Q

To = waktu atau biaya perjalanan pada kondisi arus mendekati 0

Q = arus atau volume lalu lintas

Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### 3. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data di lapangan atau survei lalu lintas dilakukan pada beberapa ruas jalan di kota Jakarta yang berada di sekitar wilayah Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan.

Survei dilakukan dalam tiga periode waktu yaitu jam sibuk pagi hari, siang hari (*off peak*) dan jam sibuk sore hari, dengan harapan didapatkan variasi pada tingkat pelayanan jalan dari periode waktu pada jalan-jalan tersebut. Dilihat dari jumlah lajurnya maka Jalan Gatoto Subroto memiliki jumlah lajur terbanyak (8/2), kemudian disusul jalan HR.Rasuna Said, Asia Afrika, Mampang Prapatan dan Sudirman (6/2). Sedangkan sebelas jalan lainnya memiliki karakteristik yang sama (6/2). Hasil survei pada jalan-jalan tersebut disampaikan pada Tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Survei

No	Nama Jalan	Konfigurasi	Kapasitas	Vol. Pagi	Vol. Sore	V/C pagi	V/C sore	Kec. Pagi	Kec. Sore
1	Fatmawati Raya	4/2 D	3315	7358	8367	2.22	2.52	40	50
2	Ciputat Raya	4/2 D	3315	7584	9037	2.29	2.73	30	30
3	Pasar Jum'at	4/1 D	4073	8405	10113	2.06	2.48	40	50
4	Panglima Polim	4/2 D	5257	8498	6766	1.62	1.29	30	30
5	Pasar Minggu	4/2 D	3315	6050	7451	1.83	2.25	40	40
6	Sisingamangaraja	4/2 D	3315	4191	4135	1.26	1.25	60	60
7	Benhil	4/2 UD	3200	4283	3578	1.34	1.12	40	40
8	Gatot Subroto	8/2 D	6600	10378	10814	1.57	1.64	60	60
9	HR.Rasuna Said	6/2 D	4950	9018	8921	1.82	1.8	60	60
10	KH.Mas Mansyur	4/2 D	3200	6797	8464	2.12	2.65	40	40
11	Asia Afrika	6/2 D	4950	9018	8131	1.82	1.64	60	60
12	Imam Bonjol	4/2 D	3315	4674	4432	1.41	1.34	60	60
13	Mampang prapatan	6/2 D	4950	6965	8487	1.41	1.72	40	50
14	Jenderal Sudirman	6/2 D	4950	8913	8487	1.80	1.72	40	60
15	Senopati	2/2 D	1650	6797	8953	1.6	1.37	40	50
16	Melawai	4/2 D	3315	6010	6163	1.81	1.86	30	30

## 4. ANALISIS DATA

### 4.1. Kapasitas Jalan

Analisis yang pertama kali dilakukan adalah mencari nilai kapasitas dari masing-masing ruas jalan tersebut berdasarkan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 untuk menentukan kapasitas suatu ruas jalan yaitu:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (3)$$

dimana:

- C : Kapasitas Jalan (Smp/Jam)
- C<sub>o</sub> : Kapasitas Dasar (Smp/Jam)
- FC<sub>w</sub> : Faktor penyesuaian lebar jalan
- FC<sub>sp</sub> : Faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC<sub>sf</sub> : Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan
- FC<sub>cs</sub> : Faktor penyesuaian ukuran kota

### 4.2. Indeks Pelayanan Jalan

Nilai Indeks Pelayanan Jalan tersebut dapat dikelompokkan menjadi 6 kategori sesuai dengan kategori pada Tingkat Pelayanan Jalan. Usulan untuk mengelompokkan Indeks Pelayanan Jalan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

**Tabel 3.** Kategori Indeks Pelayanan Jalan

Kategori	Indeks Tingkat Pelayanan Jalan
A	0.00 - 0.20
B	0.21 - 0.40
C	0.41 - 0.60
D	0.61 - 0.80
E	- 1.00
F	>1

Dengan menggunakan persamaan (2) yang merupakan turunan dari persamaan (1) dapat dihitung nilai Indeks Pelayanan Jalan sebagaimana disampaikan pada Tabel 4.a dan 4.b berikut ini:

**Tabel 4.a.** Analisis Indeks Pelayanan Jalan (Pagi)

No	Nama Jalan (Pagi)	C(smp/jam)	Q (smp/jam)	Tq (menit)	To (menit)	a	LOS (a)	LOS (old)
1	Fatmawati Raya	3315	7358	4	2	-0.55	C	F
2	Ciputat Raya	3315	7584	12	2	-2.81	F	F
3	Pasar Jum'at	4073	8405	6	2	-1.03	F	F
4	Panglima Polim	5257	8498	12	2	-1.91	F	F
5	Pasar Minggu	3315	6050	6	2	-0.90	E	F
6	Sisingamangaraja	3315	4191	3	1	-0.42	C	F
7	Benhil	3200	4283	6	2	-0.51	C	F
8	Gatot Subroto	6600	10378	3	1	-0.73	D	F
9	HR.Rasuna Said	4950	9018	3	1	-0.90	E	F
10	KH.Mas Mansyur	3200	6797	6	2	-1.06	F	F
11	Asia Afrika	4950	9018	3	1	-0.90	E	F
12	Imam Bonjol	3315	4674	3	1	-0.58	C	F
13	Mampang prapatan	4950	6965	6	2	-0.58	C	F
14	Jenderal Sudirman	4950	8913	6	2	-0.89	E	F
15	Senopati	1650	6797	6	2	-1.51	F	F
16	Melawai	3315	6010	12	2	-2.24	F	F

**Tabel 4b.** Analisis Indeks Pelayanan Jalan (Sore)

No	Nama Jalan (sore)	C(smp/jam)	Q (smp/jam)	Tq (menit)	To (menit)	a	LOS (a)	LOS (old)
1	Fatmawati Raya	3315	8367	4	2	-0.60	C	F
2	Ciputat Raya	3315	9037	15	2	-4.12	F	F
3	Pasar Jum'at	4073	10113	6	2	-1.19	F	F
4	Panglima Polim	5257	6766	12	2	-1.12	F	F
5	Pasar Minggu	3315	7451	9	2	-1.82	E	F
6	Sisingamangaraja	3315	4135	7.5	1	-1.29	C	F

No	Nama Jalan (sore)	C(smp/jam)	Q (smp/jam)	Tq (menit)	To (menit)	a	LOS (a)	LOS (old)
7	Benhil	3200	3578	7.5	2	-0.29	B	F
8	Gatot Subroto	6600	10814	6	1	-1.95	D	F
9	HR.Rasuna Said	4950	8921	6	1	-2.23	E	F
10	KH.Mas Mansyur	3200	8464	6	2	-1.24	F	F
11	Asia Afrika	4950	8131	7.5	1	-2.54	E	F
12	Imam Bonjol	3315	4432	7.5	1	-1.64	C	F
13	Mampang prapatan	4950	8487	10	2	-1.67	C	F
14	Jenderal Sudirman	4950	8487	10	2	-1.67	E	F
15	Senopati	1650	8953	6.7	2	-1.90	F	F
16	Melawai	3315	6163	12	2	-2.31	F	F

## 5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### 5.1. Kesimpulan

1. Penentuan kondisi pelayanan jalan berdasarkan Indeks Pelayanan Jalan lebih mudah di evaluasi karena terlihat lebih sensitif dalam menggambarkan kondisi pelayanan jalan.
2. Penentuan kondisi pelayanan jalan berdasarkan Indeks Pelayanan Jalan akan lebih teliti karena setiap kondisi jalan hanya punya satu nilai.

### 5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian pada kota sedang dan kota kecil untuk melihat perbandingan hasilnya dengan kota besar yang diwakili kota Jakarta.
2. Perlu dilakukan penelitian khusus untuk mendapatkan kelompok kategori yang lebih mewakili terhadap nilai Indeks Pelayanan Jalan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, tahun 2001 sampai dengan 2011

Blunden, W.R. (1971). *The Land Use – Transport System: Analysis and Synthesis*, Oxford (Pergamon Press).

*Indonesia Highway Capacity Manual (IHCM)*. 1997. Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.

Mulyono, A.T. (2011) sebagaimana dikutip oleh Tjahjani, Cs (2012), *Optimasi Pembangunan Jalan Kabupaten Berdasarkan Kondisi Ekonomi Daerah*, KNPTS, ITB.

Najid (2013), *Road Performance Index As Road Level Of Service*, FSTPT, Solo.

Tamin, O Z, (1997). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.

Tamin, O Z, (2008). *Perencanaan, pemodelan & Rekayasa transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi*, Penerbit ITB, Bandung.

## ANALISIS MANAJEMEN ARUS LALULINTAS JALAN PEMUDA SEGMENT JALAN DEPAN MALL PARAGON SEMARANG

**Farid Ardiyanto**  
Mahasiswa  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil, Universitas Semarang  
(USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[Ardianto.farid@yahoo.com](mailto:Ardianto.farid@yahoo.com)

**Prima Indrachya A.**  
Mahasiswa  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil  
, Universitas Semarang (USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[primaindrachyaalhamda@gmail.com](mailto:primaindrachyaalhamda@gmail.com)

**Iin Irawati**  
Dosen  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil, Universitas Semarang  
(USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[iin.irawati@yahoo.com](mailto:iin.irawati@yahoo.com)

### Abstract

Transportation needs will continue to increase along with the development of urban areas. If the transportation needs is not matched with the transportation infrastructure (road network) then the resulting transportation problem persists. To resolve the matter, should the holding of a good traffic management. From the results of the traffic survey was conducted over three consecutive days on Jalan Pemuda, Paragon Mall frontage road segments at peak afternoon and through the analysis of performance data path, on Jalan Pemuda, especially the frontage road segments Paragon Mall, which often occurs queue or delay vehicle as a result of the presence of obstacles samping. Metode used for analysis is the Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM) 1997. The results of the performance analysis of survey data for three days on Jalan Pemuda was nearing saturation, ie with a DS of 0.551, 0.504, 0.520 as the influence of the side friction.

**Keywords:** *side friction, road capacity, traffic flow, degree of saturation, traffic management*

### Abstrak

Kebutuhan transportasi akan terus meningkat seiring dengan berkembangnya daerah perkotaan. Jika kebutuhan sarana transportasi tidak diimbangi dengan prasarana transportasi (jaringan jalan) maka timbul masalah transportasi yang terus berlanjut. Untuk mengatasi hal tersebut maka harus diadakannya suatu manajemen lalulintas yang baik. Dari hasil survey lalulintas yang dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut di Jalan Pemuda, segmen jalan depan Mall Paragon pada waktu puncak sore dan melalui analisis data kinerja jalan, bahwa ruas jalan Pemuda, terutama segmen jalan depan Mall Paragon, yang sering terjadi antrian atau tundaan kendaraan akibat dari adanya hambatan samping. Metode yang digunakan untuk analisis adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis kinerja dari data survey selama tiga hari di Jalan Pemuda sudah mendekati kejenuhan, yaitu dengan DS sebesar 0.551, 0.504, 0.520 sebagai pengaruh dari hambatan samping.

**Kata kunci:** *hambatan samping, kapasitas jalan, arus lalulintas, derajat kejenuhan, manajemen lalulintas*

## PENDAHULUAN

Permasalahan transportasi di kota besar adalah kemacetan lalu lintas. Hal tersebut sebagai dampak dari pertumbuhan dan perkembangan suatu kota yang pesat tanpa diikuti pengadaan sistem transportasi yang memadai (Mahendra, 2014).

Kota Semarang, memiliki peranan besar dalam kegiatan perekonomian sekaligus sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah dengan jumlah penduduk 1.739.989 jiwa. (BPS, 2013). Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997; disebutkan bahwa kota yang memiliki jumlah penduduk di atas 1 juta jiwa diklasifikasikan sebagai kelas ukuran kota besar.

Sebagai pusat perekonomian di Jawa Tengah, Semarang memiliki kawasan-kawasan tertentu yang sering menjadi pusat lalu lintas. Seperti halnya yang terjadi di kawasan Jalan Pemuda Semarang yang merupakan kawasan pusat perbelanjaan, perkantoran, perbankan, dan perhotelan. Tata guna lahan di kawasan tersebut sangat kompleks, sehingga harus ditunjang dengan peranan kinerja jalan yang memadai.

Mall Paragon sebagai pusat perbelanjaan di kota Semarang, merupakan salah satu pusat bangkitan dan tarikan tertinggi yang memberikan kontribusi terhadap kemacetan lalu lintas terutama saat jam-jam sibuk, terlebih disaat jam sibuk di sore hari antara pukul 17:00 WIB – 19:00 WIB. Kemacetan yang disebabkan oleh keberadaan Mall Paragon adalah adanya antrian atau tundaan karena banyaknya kendaraan yang memasuki dan keluar dari area parkir pusat perbelanjaan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi manajemen arus lalu lintas sehingga diperoleh alternatif atau solusi untuk mengatasi tundaan antrian kendaraan di ruas jalan Pemuda, segmen depan Mall Paragon, akibat adanya kendaraan yang masuk dan keluar dari pusat perbelanjaan tersebut.

## **RUMUSAN MASALAH**

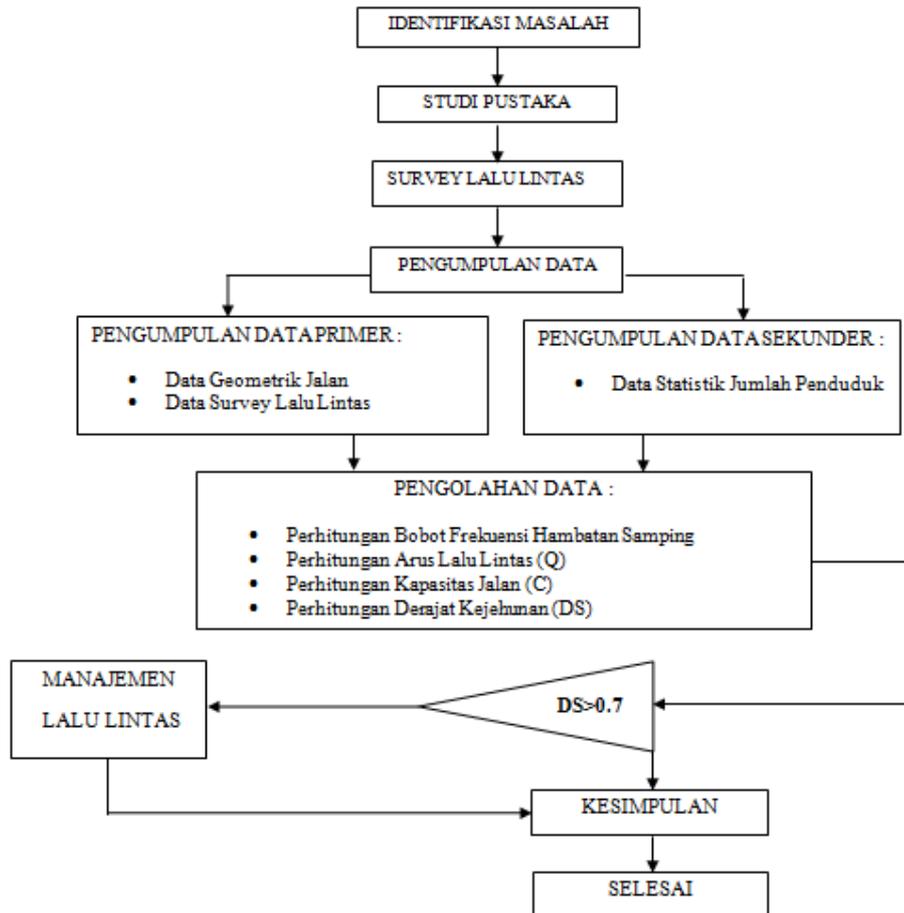
1. Berapa bobot frekuensi kejadian hambatan samping per jam yang dihasilkan oleh kendaraan yang masuk keluar dan berhenti di depan Mall Paragon?
2. Berapa nilai Kapasitas Jalan yang diperoleh dengan keberadaan Mall Paragon?
3. Berapa arus lalu lintas rata-rata yang melewati ruas jalan Pemuda, terutama segmen jalan depan paragon?
4. Berapa nilai Derajat Kejenuhan/*Degree of Saturation* (DS) yang digunakan sebagai salah satu parameter kinerja jalan ?
5. Bagaimana solusi penanganan permasalahan kemacetan lalu lintas pada segmen jalan depan Mall Paragon?

## **TUJUAN**

1. Mendapatkan nilai bobot frekuensi kejadian hambatan samping per jam yang dihasilkan oleh kendaraan yang masuk keluar dan berhenti di depan Mall Paragon.
2. Mendapatkan nilai Kapasitas Jalan yang diperoleh dengan keberadaan Mall Paragon.
3. Mendapatkan nilai arus lalu lintas rata-rata yang melewati ruas jalan Pemuda, terutama segmen jalan depan paragon.
4. Mengevaluasi manajemen lalu lintas yang ada pada ruas jalan Pemuda , segmen Mall Paragon Semarang.
5. Memberikan solusi terhadap manajemen lalu lintas yang ada pada ruas jalan Pemuda , segmen Mall Paragon Semarang.

## METODOLOGI PENELITIAN

### BAGAN ALIR PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Alir (flow chart) Penelitian

## ANALISIS DATA

### Analisis Bobot Frekuensi Kejadian Hambatan Sampung

Penyebab terjadinya antrian atau tundaan kendaraan di Jalan Pemuda terutama pada segmen jalan di depan Mall Paragon adalah adanya kendaraan yang keluar masuk dari area parkir Mall Paragon dan yang berhenti di bahu jalan depan Mall tersebut. Hal ini tentunya mempengaruhi kelancaran lalu lintas di Jalan Pemuda Semarang. Dari data survey lalu lintas yang berkenaan dengan jumlah kendaraan yang masuk keluar dari area parkir pusat perbelanjaan tersebut dan jumlah kendaraan yang berhenti di bahu jalan depan Mall Paragon, dapat dijadikan dasar perhitungan bobot frekuensi kejadian hambatan sampung. Berikut data yang berkenaan dengan perhitungan bobot frekuensi kejadian hambatan sampung.

**Tabel 1.** Jumlah Kendaraan Berhenti di Bahu Jalan depan Mall Paragon, Semarang, 23-25 Mei 2014

Hari ke	1			2			3		
Menit Ke	Jumlah Kendaraan Berhenti			Jumlah Kendaraan Berhenti			Jumlah Kendaraan Berhenti		
	LV	MC	UM	LV	MC	UM	LV	MC	UM
5	3	1	1	5	3	0	7	1	1
10	2	2	4	4	0	0	5	0	0
15	1	4	5	4	1	1	3	4	1
20	7	3	0	8	0	1	9	5	1
25	8	6	1	7	0	1	8	2	1
30	9	4	2	5	0	0	5	6	0
35	3	1	3	4	0	1	3	1	1
40	3	2	1	6	1	0	7	0	0
45	2	2	2	2	0	0	6	1	2
50	4	4	1	5	1	0	4	2	3
55	1	3	1	3	0	0	2	1	1
60	2	2	2	0	0	0	1	1	1
Jumlah	45	34	23	53	6	4	60	24	12
LV+MC+UM	102/jam			63/jam			96/jam		
Rata-Rata	87/jam								

**Tabel 2.** Jumlah Kendaraan Yang Masuk dan Keluar dari Area Parkir Mall Paragon, Semarang, 23-25 Mei 2014

Hari ke	1				2				3			
Menit Ke	LV		MC		LV		MC		LV		MC	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
5	13	8	83	34	10	7	80	29	9	7	78	48
10	14	11	42	32	9	10	30	24	4	8	35	25
15	14	14	101	33	8	15	40	18	11	10	98	30
20	8	18	122	35	9	16	60	33	12	15	68	20
25	18	3	110	42	15	5	90	36	9	7	90	40
30	12	9	70	52	9	7	80	45	17	8	60	50
35	13	10	60	35	15	5	80	28	19	7	95	30
40	7	11	63	40	9	9	40	29	20	10	75	35
45	16	12	61	35	17	10	65	33	10	11	80	25
50	9	12	70	50	8	10	79	45	6	15	95	45
55	7	10	62	40	6	8	68	42	8	8	63	35
60	13	13	42	32	15	10	32	38	10	9	35	25
Jumlah	144	131	886	460	130	112	744	400	135	115	872	408
Jumlah LV+MC	1621/jam				1386/jam				1530/jam			

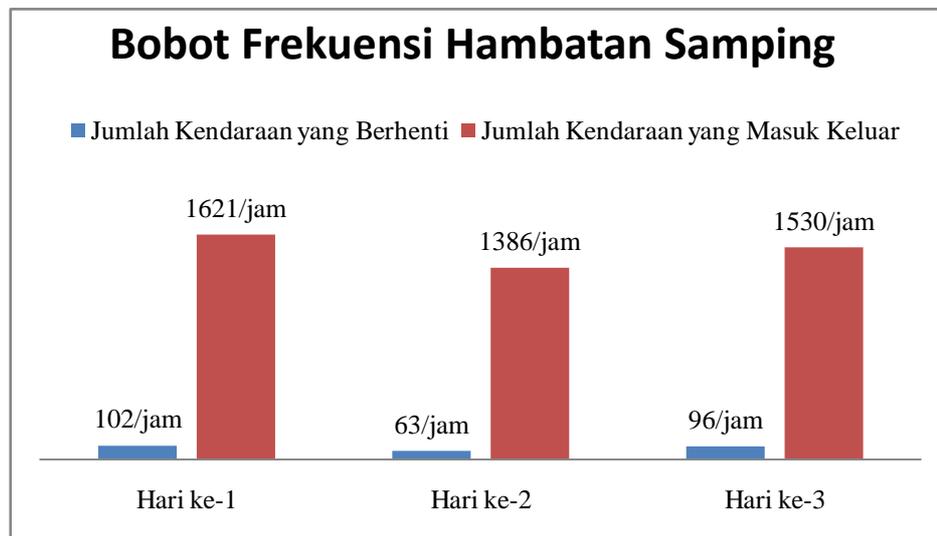
Rata-Rata	1512.33/jam
-----------	-------------

**Tabel 3.** Perhitungan dan Analisis Bobot Frekuensi Hambatan Samping

Perhitungan Bobot Frekuensi Hambatan Samping = Faktor Bobot x Frekuensi

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi Berbobot
Kendaraan Berhenti	PSV	1	87 / jam	87/jam
Kendaraan Masuk + Keluar	EEV	0.7	1512.33/jam	1058.63/jam
Total				1145.63/jam

Kejadian/jam



**Gambar 2.** Grafik Bobot Frekuensi Hambatan Samping

### Analisis Nilai Kapasitas Jalan (C)

#### *Analisis Kapasitas Dasar (Co)*

Kapasitas dasar (base capacity) merupakan kapasitas pada kondisi ideal. Kapasitas jalan banyak lajur dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas perjalur yang diberikan pada Tabel C-1:1, halaman 5-50 (MKJI, 1997)

**Tabel 4.** Kapasitas Dasar  $C_0$  untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sehingga dari data geometrik jalan dapat diperoleh nilai kapasitas dasar sebesar  **$1650 \times 4 = 6600$  smp/jam**

#### **Analisis Kapasitas Jalan (C)**

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu (MKJI,1997). Evaluasi mengenai kapasitas bukan saja bersifat mendasar pada permasalahan pengoperasian dan perancangan lalu lintas seperti juga dihubungkan dengan aspek keamanan. Kapasitas merupakan ukuran kinerja, pada kondisi yang bervariasi yang dapat diterapkan pada kondisi tertentu. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)
- $C_0$  = Kapasitas dasar (ideal) untuk kondisi (ideal) tertentu (smp/jam)
- $FC_w$  = Faktor penyesuaian lebar jalan
- $FC_{Sp}$  = Faktor penyesuaian pemisah arah
- $FC_{SF}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan
- $FC_{CS}$  = Faktor penyesuaian ukuran kota

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

- $C_0 = 1650 \times 4 = 6600$  smp/jam
- $FC_w = 0.92$
- $FC_{Sp} = 1$
- $FC_{SF} = 0.88$
- $FC_{CS} = 1$

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$C = 6600 \times 0.92 \times 1 \times 0.88 \times 1$$

$$= \mathbf{5343.36 \text{ smp/jam}}$$

#### **Arus Lalulintas Rata-Rata (Q)**

Arus Lalu Lintas (*Traffic Flow*) Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997), perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu arah atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi,siang, dan sore. Pada kenyataannya, arus lalu lintas tidak selalu sama setiap saat. Variasi yang terjadi selama satu jam dinyatakan dalam faktor jam puncak (*Peak Hour Factor/PHF*).Berikut adalah data mengenai arus lalu lintas yang terjadi di jalan Pemuda, segmen jalan depan Mall Paragon Semarang yang diperoleh dari survey selama tiga hari berturut-turut:

**Tabel 5.** Volume Kendaraan dan Hasil Analisa Arus Lalulintas di Jalan Pemuda Segmen Jalan Depan Mall Paragon Semarang

Waktu	Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan			
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM
	Hari ke - 1				Hari ke - 2				Hari ke - 3			
01 - 05	80	5	420	5	70	9	290	1	65	3	410	3
06 - 10	70	7	455	6	65	8	450	0	60	4	420	3
11 - 15	65	5	360	7	65	4	450	6	55	5	425	4
16 - 20	60	8	415	8	60	3	320	9	70	2	395	5
21 - 25	60	5	460	8	60	5	460	0	65	6	450	7
26 - 30	75	6	425	5	75	7	435	4	45	8	455	9
31 - 35	85	7	290	8	85	6	230	4	40	5	260	8
36 - 40	85	6	435	9	68	5	335	5	80	7	430	6
41 - 45	45	5	460	5	35	5	390	7	60	7	420	5
46 - 50	75	9	340	6	70	5	310	8	76	8	310	3
51 - 55	85	8	470	9	65	3	435	5	80	3	450	2
56- 60	60	4	460	5	80	2	420	5	65	8	390	4
Volume	845	75	4990	81	798	62	4525	54	761	66	4815	59
EMP	1	1.2	0.4	0.2	1	1.2	0.4	0.2	1	1.2	0.4	0.2
Q	845	90	1996	16.2	798	74.4	1810	10.8	761	79.2	1926	11.8
Q Total	2947.2 smp/jam				2693.2 smp/jam				2778 smp /jam			
Q Rata-Rata	2806.13 smp/jam											

**Analisis Derajat Kejenuhan / Degree of Saturation (DS)**

Derajat Kejenuhan / *Degree of Saturation* (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas dan digunakan sebagai faktor utama penentuan tingkat kinerja berdasarkan tundaan dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak (MKJI,1997).

Persamaan dasar derajat kejenuhan adalah:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan:

- DS : Derajat kejenuhan
- Q : Arus Lalu lintas (smp/jam)
- C : Kapasitas ruas jalan

$$DS \text{ Hari ke-1} = \frac{2947.2}{5343.36} = 0.551$$

$$DS \text{ Hari ke-2} = \frac{2693.2}{5343.36} = 0.504$$

$$DS \text{ Hari ke-3} = \frac{2778}{5343.36} = 0.520$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Bobot frekuensi kejadian hambatan samping per jam yang dihasilkan oleh kendaraan yang masuk keluar Mall Paragon adalah 1058.63/Jam dan bobot frekuensi kejadian hambatan samping yang dihasilkan dari kendaraan yang berhenti di depan Mall Paragon adalah 87/jam.
2. Dari hasil analisis data di atas maka diperoleh nilai kapasitas jalan ( C ) = 5343.36 smp/jam ; arus lalu lintas sebesar  $Q_1=2947.2$  smp/jam ,  $Q_2 = 2693.2$  smp/jam ,  $Q_3 = 2778$  smp /jam.
3. Nilai derajat kejenuhan (DS) akibat adanya pengaruh hambatan samping dari keberadaan Mall Paragon adalah sebesar : 0.551 , 0.504 , 0.520.

### Saran

Dari hasil survey yang dilaksanakan dalam tiga hari berturut-turut di jalan Pemuda segmen jalan depan Mall Paragon Semarang dan dari hasil analisis data di atas dengan diperolehnya nilai Derajat Kejenuhan (DS) mendekati 0.75 , maka diperlukan manajemen lalu lintas yang dapat mengatasi antrian atau tundaan kendaraan, agar pada ruas jalan Pemuda segmen jalan depan Mall Paragon Semarang dapat berjalan lancar. Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di Jalan tersebut adalah:

4. Wajib menggunakan lajur di sebelah kiri, bagi kendaraan yang ingin memasuki area parkir pusat perbelanjaan tersebut.
5. Memberikan larangan parkir di bahu jalan depan Mall Paragon.
6. Membedakan antara pintu masuk dan keluar Mall Paragon bagi mobil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum". Jakarta.
- Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Pemerintah Kota Semarang.<http://dispendukcapil.semarang.go.id/>. (diakses 27 Mei 2014)
- Mahendra, Yusrizal. 2014. "Kajian Lalu lintas di Depan Pintu Gerbang Universitas Brawijaya Jalan Veteran Kota Malang". Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Malang
- Morlok, E.K. 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Terjemahan Johan K. Hainim. Erlangga, Jakarta.
- Muhamad Isnaeni. 2003. Efek Lingkungan Interaksi Transportasi Dan Tata Ruang Kota. Tesis. Bandung : S2 Magister Rekayasa Transportasi ITB.
- Ardikarini, N. 2009. "Analisa Dampak Lalu Lintas Akibat Pembangunan Apartemen dan Perkantoran Trillium di Jalan Pemuda". Teknik Sipil ITS.

## STRATEGI PENERAPAN TRANSPORTATION DEMAND MANAGEMENT (TDM) DI KAWASAN INDUSTRI KRAKATAU KOTA CILEGON

**M. Fakhuriza Pradana**  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa  
University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[mfakhuriza@ft-untirta.ac.id](mailto:mfakhuriza@ft-untirta.ac.id)

**Rindu Twidi Bethary**  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[bethary\\_rjf@yahoo.com](mailto:bethary_rjf@yahoo.com)

**Irfan Agustianto**  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa  
University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[irfanagustianto.st@gmail.com](mailto:irfanagustianto.st@gmail.com)

### Abstract

The increasing of development and economic growth projections in the big cities such as Krakatau Industrial Area in Cilegon city, that would cause transportation problems such as traffic jam. The presence of transportation problem is need for appropriate handling, this handling does not put forward the problem solving instantly without regard to sustainability. Therefore, the policy development of urban transport infrastructure system in Indonesia using conventional approaches that are predict and provide should be abandoned and replaced with new approach that are predict and Prevent with the concept of Transportation Demand Management (TDM). The method used to choose the TDM strategy in Krakatau Industrial Area Cilegon city is the ranking method. Data was obtained by filling the questionnaire on 8 respondents who understand and can take transportation policy in Krakatau Industrial Area Cilegon city.

Data processing by the help of Microsoft Excel program with the results Telework is the first rank as an appropriate strategy to be applied, and the program appropriate with the characteristics of Krakatau Industrial Area Cilegon city. Based on the results of the simulation analysis by using the methods of literature study on the implementation of telework, probability about 6.12% -23.66% of workers potentially do telework.

**Keywords:** *Transportation Demmand Management, ranking method, Telework*

### Abstrak

Semakin majunya perkembangan dan proyeksi pertumbuhan ekonomi di sebuah kota-kota besar seperti di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon, yang nantinya akan menimbulkan permasalahan transportasi seperti kemacetan kendaraan bermotor. Kebijakan pengembangan sistem prasarana transportasi perkotaan di Indonesia yang menggunakan pendekatan konvensional yaitu predict and provide harus ditinggalkan dan diganti dengan pendekatan baru yaitu predict and prevent dengan konsep Transportation Demand Management (TDM). Metode yang digunakan untuk memilih strategi TDM pada Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon adalah metode rangking. Data diperoleh berdasarkan pengisian kuisisioner terhadap 8 responden yang dianggap memahami dan dapat mengambil kebijakan transportasi di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon.

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program microsoft excel dengan hasil Telework menempati rangking pertama sebagai strategi yang tepat untuk diterapkan sesuai dengan karakteristik Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon. Berdasarkan hasil analisa simulasi dengan menggunakan metode studi literatur terhadap penerapan Telework, kemungkinan sebesar 6,12%-23,66% pekerja yang berpotensi melakukan Telework.

**Kata Kunci:** *Transportation Demmand Management, Metode Rangkin, Telework*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Semakin majunya perkembangan saat ini, kebutuhan akan penggunaan jalan amatlah penting, baik untuk masyarakat yang berada diparkiran, terlebih dalam pemenuhan perekonomian masyarakat itu sendiri yang nantinya diharapkan dapat menciptakan keselarasan dan kesejahteraan masyarakat sehingga negara kita dapat maju dan dapat tercapainya tujuan pembangunan itu sendiri. Seperti diketahui bahwa sekarang ini sering terjadi kemacetan di kota Cilegon khususnya di Kawasan Industri Krakatau yang terjadi pada jam-jam tertentu. Maka cara untuk mengatasi permasalahan transportasi ini jangan hanya memikirkan untuk mengatasinya seketika tanpa memperhatikan dampak yang akan terjadi pada masa mendatang. Seperti perbaikan dan memperluas lebar jalan, hal ini tidak akan mengatasi permasalahan ini dalam waktu yang sangat lama. Karena itu salah satu mengatasinya yaitu melalui peningkatan efisiensi penggunaan mobil yaitu upaya-upaya manajemen permintaan (*Transportation Demand Management*). *Transportation Demand Management* (TDM) bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi sistem transportasi perkotaan melalui pembatasan penggunaan kendaraan pribadi yang tidak perlu dan mendorong moda transportasi yang lebih efektif, sehat dan ramah lingkungan seperti angkutan umum dan kendaraan tidak bermotor. Oleh karena itu pemerintah kota Cilegon harus mempunyai strategi-strategi yang akan dilakukan agar mengurangi kemacetan di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon.

### Tujuan

Penelitian ini adalah menentukan beberapa strategi TDM yang tepat berdasarkan persepsi dari para stakeholder.

### Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah melihat penerapan strategi TDM (*Transportation Demand Management*) yang cocok dengan kondisi wilayah Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Transportation Demand Management (TDM)**

*Transportation Demand Management* atau biasa disebut juga *Travel Demand Management* atau manajemen permintaan perjalanan merupakan bentuk umum dari sistem manajemen lalu lintas dengan menggunakan fasilitas dan sarana transportasi yang sudah ada secara lebih efisien yaitu dengan cara meminimalisasi pemanfaatan kendaraan bermotor dengan mempengaruhi perilaku perjalanan yang meliputi frekuensi, tujuan, moda, dan waktu perjalanan (Tanariboon, 1992). Konsep tersebut sejalan dengan Munawar (2005) menjelaskan bahwa *Demand Management* atau modifikasi pemakai jalan merupakan bagian dari manajemen lalu lintas agar waktu perjalanan pemakai jalan dapat dirubah, sehingga penggunaan jalan selama 24 jam lebih merata dan efisien. Munawar mendefinisikan *Transportation Demand Management* adalah segala tindakan yang dilaksanakan guna mempengaruhi sifat pelaku perjalanan atau dapat mengurangi perjalanan. Lebih lanjut Munawar mengatakan *Transportation Demand Management* merupakan suatu intervensi untuk memodifikasi pengambilan keputusan untuk melakukan perjalanan sehingga dapat tercapai tujuan berupa pemilihan perjalanan dan penggunaan

jenis alat transportasi tertentu yang menimbulkan dampak positif dari segi sosial, ekonomi dan lingkungan serta mengurangi dampak negatif perjalanan. *Transportation Demand Management* merupakan suatu alat berupa kebijakan, program dan tindakan yang diimplementasikan untuk mengurangi kebutuhan kendaraan pada suatu sistem transportasi.

### **Penerapan *Transportation Demand Management* di Beberapa Kota Dunia**

Beberapa kota di berbagai Negara telah menerapkan konsep *transportation demand management* untuk membantu mengatasi permasalahan transportasi yang muncul di kota tersebut. Tabel 1 berikut akan menyajikan gambaran pengaruh penerapan *Transportation demand management* di beberapa kota dunia.

**Tabel 1.** Pengaruh Penerapan *Transportation Demand Management*

Teknik	Lokasi	Deskripsi umum	Pengaruh
Biaya parkir	Ottawa	Penghapusan bebas biaya parkir bagi pegawai negeri	Penggunaan mobil pribadi turun 23% peralihan cukup besar ke angkutan umum
Area licensing	singapore	Tarif tinggi bagi mobil pribadi yang masuk ke pusat kota pada pagi hari	19% mobil pribadi dan 32 % penumpang mobil pribadi beralih ke bus. terjadi perubahan jam kerja untuk menghindari pembatasan lalulintas disertai pentahapan jam kerja.
Pemilihan area	Besancon  gothenburg	Pusat kota di dalam jalan lingkaran dalam menjadi beberapa zona. Khusus pejalan kaki dan bus, prioritas bus dan perbaikan pelayanan.	Proporsi penggunaan mobil pribadi ke pusat kota turun dari 48% menjadi 41% penggunaan bus naik 75% pada tahun pertama : 18% diantaranya adalah peralihan dari mobil pribadi.  Pertumbuhan 6% dalam penggunaan bus.
Pemilihan area	Bologna  Nagoya	Sda  Sda tetapi parkir dibatasi dan mahal.	Penggunaan bus naik 50% (sebagian karena perbaikan pelayanan) kecepatan bus naik 70%.  Pembatasan parkir efektif dalam mengalihkan 15% pengguna mobil pribadi diantaranya pegawai negeri ke bus, dan 34% ke kereta api. bus pada rute prioritas memperoleh pemanfaatan 27% jam sibuk pagi.

Sumber: Filliyanti (2013)

### **Beberapa Jenis *Transportation Demand Management***

Terdapat beberapa definisi dan macam-macam strategi TDM yang dikeluarkan oleh berbagai lembaga, untuk itu pada penelitian ini definisi dan strategi TDM yang diacu adalah yang dikeluarkan oleh *Victoria Transport Policy Institut (VTPI)*. Namun, pada intinya terdapat beberapa kesamaan dalam penentuan strategi tersebut. Berikut ini nama-nama kelompok strategi-strategi tersebut yaitu *improve transport options*, *Incentives*, *parking and land use management* dan *policy and institutional* (VTPI, 2013) seperti pada Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Pengelompokan Strategi TDM

Improve transport options	Incentives	parking and land use management	policy and institutional
Alternative work schedules Bus Rapid Transit Cycling improvements Bike/Transit Integration Cars sharing Flextime Guaranteed ride home Light Rail Transit Nonmotorize planning Nonmotorize facility management Park & ride Pedestrian improvements Pedways Public bike system Ridesharing Shuttle service Small wheeled transport Transit station improvements Taxi service improvements Telework Traffic calming Transit improvements Universal design	Carbon taxes Commuter financial incentives Congestion pricing Distance-based pricing Employer Public Transport Subsidy Fuel taxes HOV (high occupant vehicle) priority Multi-moda navigation tools Parking pricing Pay-As-You-Drive Insurance Road pricing Road space reallocation Speed reductions Transit Encouragement Vehicle Use Restriction Walking and Cycling Encouragements	Bicycle parking Car-Free Planning Strong Commercial Centers Connectivity Land Use Density and Clustering Location Efficient Development New Urbanism Parking Management Parking Pricing Shared Parking Smart growth Smart Growth Reforms Streetscape Improvements Transit Oriented Developments (TOD)	Asset Management Car-Free Planning Change Management Comperhensive Mark Reforms Context Sensitive Design Contingency-Based Planning Institutional Reforms Least Cost Planning Operations and Management Program Prioritizing Transportation Regulatory Reform

Sumber: VTPI (2013)

### Transportasi Berkelanjutan

Kendaraan bermotor merupakan penyumbang terbesar dalam permasalahan transportasi, dimana kegiatan tersebut memiliki dampak terhadap kelangsungan hidup masyarakat. Dalam mengatasi permasalahan ini perlu adanya sistem transportasi yang berkelanjutan, Sistem transportasi yang berkelanjutan memberikan kontribusi positif terhadap kelestarian lingkungan, sosial dan ekonomi dari masyarakat yang mereka layani. Sistem transportasi yang ada untuk menyediakan koneksi sosial, ekonomi, dan orang-orang dengan cepat mengambil kesempatan yang ditawarkan oleh peningkatan mobilitas. Keuntungan dari peningkatan mobilitas perlu ditimbang terhadap biaya lingkungan, sosial dan ekonomi yang menimbulkan sistem transportasi. Ketiga parameter tersebut mempunyai yang sangat penting bagi tumbuhnya sistem transportasi yang berkelanjutan secara komprehensif dan saling ketergantungan.

1. Lingkungan merupakan bagian fundamental yang menciptakan kenyamanan bagi kehidupan masyarakat. Oleh karena itu penting halnya pemeliharaan dan regenerasi lingkungan akibat dari meningkatnya sarana dan prasarana transportasi yang ada. Sistem transportasi yang tidak berwawasan lingkungan akan menciptakan pencemaran udara dan suara, hal ini akan mempengaruhi kenyamanan bagi kehidupan masyarakat serta berdampak bagi kehidupan sosial masyarakat itu sendiri.

2. Sosial /masyarakat, konsep sistem transportasi yang berkelanjutan diharapkan dapat memberikan keadilan dan kesejahteraan bagi masyarakat, sehingga perkembangan transportasi dapat dirasakan oleh setiap kalangan masyarakat, hal ini menjadi suatu hal yang sangat penting pertimbangan dalam pengembangan transportasi perlu ditinjau terhadap multiplier efek yang akan ditimbulkan nantinya.
3. Ekonomi, seiring dengan perkembangan sistem transportasi yang ada, aspek ekonomi menjadi parameter keberhasilan bagi terciptanya konsep sistem transportasi yang konprehensif, peningkatan ekonomi akan tercipta apabila kinerja sistem transportasi berjalan dengan baik.

## METODA PENELITIAN

### Indetifikasi Stakeholders

Penentuan responden pada penelitian ini menggunakan purposive sampling yaitu sampel yang dipilih disesuaikan dengan kriteria-kriteria/indikator-indikator tertentu berdasarkan tujuan penelitian. Untuk penelitian kali ini kriteria tersebut adalah para pengambil kebijakan seperti instansi-instansi dan orang yang dianggap mengerti dan memahami persoalan transportasi di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan untuk mereduksi strategi TDM yang ditawarkan serta untuk mereduksi kriteria dari transportasi berkelanjutan. Strategi TDM dan kriteria yang ditawarkan pada pengumpulan data ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini. Pada pengumpulan data ini setiap responden diberikan kesempatan untuk memberikan ranking pada setiap strategi TDM yang menurut kriteria-kriteria yang ditawarkan.

### Analisa Data I

Tujuan dari dilakukannya pengumpulan data tersebut adalah untuk mendapatkan jawaban dari para responden melalui kuisisioner terhadap strategi TDM menurut kriteria-kriteria yang telah ditawarkan, sehingga nantinya akan didapatkan strategi TDM terbaik berdasarkan pilihan para responden. Skoring terhadap variabel kriteria umumnya dilakukan dalam skala penilaian antara 0 s/d 10 dimana dengan 0 nilai terendah dan nilai tertinggi yakni 10 diberikan untuk alternatif strategi TDM yang kinerjanya terbaik dibandingkan dengan strategi-strategi TDM lainnya.

**Tabel 3.** Strategi TDM yang ditawarkan

Improve Transport Option	Incentives	Parking and Land Use Management
Alternative Work Schedules Guaranteed Ride Home Park & Ride Ride Sharing Telework	Employer Public Transport Subsidy	Transit Oriented Development (TOD)

**Sumber:** Analisa, 2014

**Tabel 4.** Kriteria-kriteria dalam pengambilan kebijakan

Kategori	Kriteria
Ekonomi	Biaya Pengoperasian dan Pemeliharaan Biaya Konstruksi Biaya Per Penumpang – Kilometer
Lingkungan	Tingkat Emisi Kebisingan
Sosial	Keselamatan dan Keamanan Konsumsi Energi

**Sumber:** Analisa, 2014

### Analisa Data I

Tujuan dari dilakukannya pengumpulan data tersebut adalah untuk mendapatkan jawaban dari para responden melalui kuisisioner terhadap strategi TDM menurut kriteria-kriteria yang telah ditawarkan, sehingga nantinya akan didapatkan strategi TDM terbaik berdasarkan pilihan para responden. Skoring terhadap variabel kriteria umumnya dilakukan dalam skala penilaian antara 0 s/d 10 dimana dengan 0 nilai terendah dan nilai tertinggi yakni 10 diberikan untuk alternatif strategi TDM yang kinerjanya terbaik dibandingkan dengan strategi-strategi TDM lainnya.

### Analisa II

Langkah ini berupa penjelasan mengenai penerapan metode simulasi terhadap strategi TDM yang terpilih menurut sumber-sumber yang ada, seberapa besarkah ketertarikan masyarakat dengan adanya strategi TDM yang telah terpilih tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Strategi TDM

Tujuan dari diadakannya pengumpulan data ini adalah untuk mereduksi dari beberapa strategi TDM yang sesuai dengan kriteria yang telah ditawarkan. Dalam proses analisa data ini yaitu responden harus mengisi kuisisioner yang mana dalam kuisisioner tersebut ada beberapa macam strategi TDM yang telah peneliti reduksi dan yang nantinya responden harus memilih strategi-strategi manakah yang terbaik sesuai dengan kriteria yang ditawarkan, maka hasil dari setiap instansi-instansi tersebut direkapitulasi sehingga mendapatkan hasil akhir berupa strategi yang tepat untuk Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon, seperti pada tabel 5 dibawah ini.

**Tabel 5.** Hasil Rekapitulasi Strategi TDM

Strategi TDM	Skor						Total	rata-rata	Rangking
	A	B	C	D	E	F			
Ride Sharing	2	1	6	7	4	2	22	3,667	3
Guaranteed Ride Home	1	5	7	5	3	3	24	4,000	4
Transit Oriented Development	2	2	3	6	4	5	22	3,667	3
Alternative Work Schedules	4	7	2	3	2	2	20	3,333	2
Telework	3	3	1	1	1	1	10	1,667	1

Strategi TDM	Skor						Total	rata-rata	Rangking
	A	B	C	D	E	F			
Park and Ride	5	6	5	4	5	6	31	5,167	6
Employer Public Transport Subsidy	6	4	4	2	6	4	26	4,333	5

Keterangan :

A= Dishub; B= Bina Marga; C= Dinas Tata Kota; D= Polres; E= KIEC; F= DPRD

Masing-masing instansi diwakili oleh 1 orang responden

**Sumber:** Analisa, 2014.

Dari hasil rekapitulasi maka telah di dapat strategi terbaik yaitu *Telework* menempati rangking pertama sebagai strategi yang sangat tepat untuk Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon. Hal tersebut disebabkan dari berbagai faktor dalam setiap pemilihan oleh para stakeholders yaitu pada setiap kriteria yang mempunyai kelebihan seperti keselamatan dan keamanan dalam perjalanan, kebisingan, pengeluaran tingkat emisi, dan pemakaian bahan bakar yang disebabkan oleh sebuah transportasi.

*Telework* merupakan fenomena yang belum lama ini menjadi tren dalam dunia bisnis di indonesia. *Telework* atau telecommuting sendiri bisa dimaknai sebagai pekerjaan yang diberikan kepada dan dapat diselesaikan karyawan diluar kantor dengan dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, walaupun tidak selalu menggunakannya. Terkait tren tersebut, bahwa dunia bisnis seringkali menanggung beban yang cukup besar dari biaya transportasi sehari-hari. Seperti kita ketahui pula, transportasi dikota-kota besar di Indonesia terkendala kemacetan, baik dijalan raya dengan transportasi roda dua dan roda empat. Disinilah *telework* dapat berfungsi sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah transportasi tersebut.

### **Mensimulasikan/meninjau efektifitas dari pelaksanaan strategi TDM**

Simulasi disini adalah meninjau efektifitas dari pelaksanaan strategi TDM. Dalam hal ini dimana peneliti meninjau pelaksanaan strategi TDM tersebut dengan menggunakan metode studi literatur, data yang diperoleh berdasarkan dari beberapa sumber yang ada seperti jurnal, majalah, surat kabar, buku-buku, internet serta berbagai referensi yang relevan. Sebagai bahan yang akan ditinjau dari efektifitasnya yaitu *telework* (telekomunikasi) adalah salah satu strategi yang terbaik untuk Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon menurut stakeholders dalam pemilihan beberapa strategi TDM.

Dengan perkembangan teknologi informasi yang makin pesat dan makin meratanya akses internet di kawasan pemukiman, seharusnya penerapan kebijakan telecommuting (bekerja di rumah satu atau dua hari dalam seminggu) bukan menjadi sesuatu yang sedemikian sulit untuk dilaksanakan. Tinggal kembali kepada penyetuju dari para pembuat kebijakan di masing-masing perusahaan untuk bisa melihat telecommuting sebagai salah satu solusi alternatif untuk melakukan efisiensi perusahaan dalam bentuk lain, sekaligus juga memberikan benefit kepada pegawai perusahaan untuk dapat menyeimbangkan dua aspek penting dalam hidupnya: kehidupan profesional dan kehidupan pribadi. Memang harus diakui bahwa penerapan *telecommuting* ini tidak bisa diberlakukan di semua sektor industri ataupun semua job. Ada industri tertentu yang tentunya sulit untuk melaksanakan telecommuting ini, misalnya yang terkait dengan pelayanan publik (pelayanan kesehatan, bank) dan industri manufaktur (yang seperti halnya selalu dikejar target produksi). (Haryono Utomo Suryosumarto,2014).

Berdasarkan studi yang dilakukan pada tahun 2009 oleh Renti Montiska, studi kasus pada penelitian ini yaitu di Koridor Jalan Asia Afrika, Bandung yang peruntukan guna lahannya merupakan kawasan perkantoran. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui peluang penerapan telecommuting berdasarkan karakteristik dan prefensi pekerja di Kawasan perkantoran tersebut. Hasil analisis menyatakan bahwa variabel yang mempengaruhi prefensi pekerja untuk melakukan telecommuting yaitu variabel penghasilan, jenis pekerjaan, bekerja menggunakan fasilitas telekomunikasi, kepemilikan fasilitas pendukung telecommuting, jam kerja, dan tempat bekerja. Peluang penerapan telecommuting dan besarnya telecommuting yang akan terjadi dihitung berdasarkan suatu model sintettis peramalan telecommuting. Berdasarkan metode tersebut diperoleh peluang penerapan telecommuting sebesar 0,27-0,41 dengan jumlah orang yang akan melakukan telecommuting setiap harinya rata-rata berkisar antara 144-645 orang atau sekitar 6,5%-29,16% dari jumlah populasi pekerja (Renti Montiska, 2014).

Berdasarkan studi yang dilakukan pada tahun 2010 oleh Fauzan Ahmad, seorang alumni sekolah arsitektur, perencanaan, dan pembangunan kebijakan (SAPPK) ITB, diperoleh data yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menerapkan *telework* (telekomunikasi). Penelitian ini sendiri merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilakukan olehnya di koridor jalan asia afrika, Bandung dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada penghematan di koridor tersebut bila diterapkan *telework* (telekomunikasi) dengan cara membandingkan biaya transportasi individu dan model telekomunikasi dari rumah. Hasil analisis yang diperolehnya dengan metode sintesis peramalan telekomunikasi adalah peluang penerapan *telework* (telekomunikasi) sebesar 5,73%-18,15% dari total pekerja di bidang jasa koridor jalan tersebut. Hal ini berarti setara jumlah 137-431 pekerja yang potensial melakukan *telework* (telekomunikasi). (Achmad Maulana Ibrahim, 2014).

Dalam tahap simulasi (permodelan) ini peneliti akan melihat atau meninjau efektifitas dari pelaksanaan suatu strategi TDM menurut sumber-sumber yang ada dengan menggunakan skenario pesimis, yaitu skenario dengan kondisi apa adanya seperti yang berkembang sekarang, dengan cara membandingkan kedua karakteristik kota yaitu kota Bandung yang diteliti oleh Renti Montiska (2009), Fauzan Ahmad (2010), dan kota Cilegon. Berdasarkan sumber analisa terhadap kedua kota tersebut, ternyata mempunyai beberapa perbedaan klasifikasi, yaitu berdasarkan tingkat perkembangan, fungsi, dan berdasarkan jumlah penduduknya. Sehingga terdapat perbedaan dalam mensimulasikan atau meninjau efektifitas dari sebuah strategi ini, pada kawasan Industri Krakatau kota Cilegon ini sebagian besar Kawasan Industri manufaktur yang mungkin dibebani target produksi seperti baja, sedangkan di Kawasan kota Bandung juga sama namun lebih memproduksi dan bidang perdagangan bahan mentah seperti kain. Maka berdasarkan hasil analisa, penerapan *telework* dalam mengurangi kemacetan dikawasan industri Krakatau kota Cilegon kemungkinan sebesar 6,12%-23,66% pekerja yang berpotensi melakukan Telework. Karena tidak semua Kawasan Industri Krakatau ini akan bisa menerapkannya, sebab Kawasan ini tampaknya tetap memerlukan kehadiran orang per orang (tatap muka secara langsung) karena kawasan ini sebagian besar adalah industri manufaktur yang mungkin dibebani target produksi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memilih strategi TDM yang sesuai dengan karakteristik kawasan industri Krakatau yang menggunakan teknik rangking, maka berdasarkan hasil analisa data terhadap strategi *Transportation Demand Management* (TDM) seperti *Ride Sharing*, *Guaranteed Ride Home*, *Transit Oriented Development*, *Alternative Work Schedules*, *Telework*, *Park and Ride*, dan *Employer Public Transport Subsidy*. Strategi yang dipilih oleh para responden sebagai strategi paling tepat adalah *Telework*.
2. Berdasarkan hasil analisa simulasi dengan menggunakan metode studi literatur terhadap penerapan *Telework*, maka penerapan *Telework* dalam mengurangi kemacetan di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon kemungkinan sebesar 6,12%-23,66% pekerja yang berpotensi melakukan *Telework*.

Saran-saran yang diusulkan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan perlu adanya penelitian tambahan dengan menggunakan metode simulasi sintesis.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai bahan perbandingan dengan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Fauzan. 2014. Abstrak Tugas Akhir : studi estimasi penghematan biaya transportasi dari pelaksanaan *telecommuting*; studi kasus; koridor jalan Asia Afrika, Bandung: Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan (SAPPK) Institut teknologi Bandung.
- H. Tambunan, Henri Togar. (2013), Analisis Implementasi *Transportation Demand Management* Dalam Mengurangi Penggunaan Kendaraan Pribadi di DKI Jakarta.
- Ibrahim, Achmad Maulana. 2014. Abstrak Tugas Artikel : Komputer dan Masyarakat. *Telework Indonesia*.
- Karsaman, Rudy Hermawan. Prospek Penerapan Metode Analisis Multi Kriteria Dalam Evaluasi Transportasi. (30 Januari 2014).
- Kennedy Hier. New and Emerging Technologies & The Wonderful World of Wireless (Telecommuting and Wireless). <http://kennedyhier.wordpress.com/> ( 28 April 2014).
- Malik. Reduksi Data Dalam Analisis Penelitian Kualitatif Menurut Miles dan Huberman. <http://www.menulisproposalphelitian.com> (15 November 2013).
- Montiska, Renti. 2014. Abstrak Tugas Akhir : Identifikasi Peluang Telecommuting Dalam Mengurangi Pergerakan Bekerja Berdasarkan Analisa Karakteristik dan Prefensi Pekerja (Studi Kasus : Koridor Jalan Asia Afrika, Bandung).
- Pradana, M. Fakhuriza. (2011), Penggunaan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) Dalam Kajian Strategi *Transportation Demand Management* (TDM) (Studi Kasus Kota Bandung).
- Tamin, O.Z. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Tamin, O.Z. (1999), Konsep Manajemen Kebutuhan Transportasi (MKT) Sebagai Alternatif Pemecahan Masalah Transportasi Perkotaan di DKI Jakarta, Jurnal Perencanaan dan Wilayah Kota ITB, Vol 10 no.I. Bandung.

- T.A. Bangun, Filliyanti. (2005), Strategi, Metode dan Teknik Penerapan *Transportation Demand Management* Serta Pengaruhnya di Indonesia dan di Beberapa Kota Besar Dunia.
- Muawanah, Annisa. (2014), Transportasi Berkelanjutan (Sustainable Transportation). <http://annisamuawanah.wordpress.com/2013/08/22/transportasi-berkelanjutan-sustainable-transportation/> (04 Maret 2014).
- Cara Memilih Sampel Dengan Menggunakan Teknik *Purposive Sampling*. (2014), <http://www.buatskripsi.com/2011/10/cara-memilih-purposive-sampel.html>. (21 Januari 2014).
- Victoria Transport Policy Institute / VTPI (11 Oktober 2013), *Online TDM Encyclopedia*. Canada. [www.vtpi.org](http://www.vtpi.org) (11 Oktober 2013).

## ANALISA KEBUTUHAN FASILITAS PENYEBERANGAN JALAN DI DEPAN KAMPUS FT. UNTIRTA KOTA CILEGON

**Arief Budiman**  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[budiman257@yahoo.com](mailto:budiman257@yahoo.com)

**Irma Suryani**  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa  
University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[arsitek17@yahoo.com](mailto:arsitek17@yahoo.com)

**Rio Wijianto**  
Department of Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
Sultan Ageng Tirtayasa  
University  
Jl. Jendral Sudirman KM.3  
Cilegon 42414  
Telp : (0254) 395502  
[ryo\\_clava@yahoo.com](mailto:ryo_clava@yahoo.com)

### Abstract

This study discusses about the road crossing facilities in front of the campus FT. Untirta which is located in the Cilegon city and there are facilities such as zebra crossing street is not feasible. Therefore, it is necessary to analyze the needs of the road crossing facilities in front of the campus FT. Untirta which aims to find out a viable path crossing facilities and to find out the design of the road crossing facilities. Analyze the needs of the road crossing facilities using the guidance from the Departement of Public Works Directorate Bina Marga 1995 on Procedure for Planning Pedestrian Facilities in Urban Area using the formula  $PV^2$  where P is the pedestrian volume (person/hour) and V is the volume of vehicle flow (vehicle/hour) and for designing a road crossing facilities using google sketchup pro 8. The result of research that the volume of vehicular traffic and pedestrian volumes in the  $PV^2$  formula have a maximum of  $PV^2$  formula at 17.00 to 18.00 with  $P = 250$  person/hour,  $V = 5639$  Vehicle/hour, and then generate  $PV^2 = 6518655805$  or  $6 \times 10^9$  and the result in the table adjusted to the determination of pedestrian crossing facilities according Bina Marga which generate a pelican crossing with a criteria  $P = 59 - 1100$  person/hour,  $V = 700$  vehicle/hour, and  $PV^2 = > 2 \times 10^8$ . Projection result in a period of 5 years generating road crossing facilities that recommended are crossing the road bridge.

**Keywords:** *Pelican Crossing, Crossing Facilities Roads, Bridge Crossing*

### Abstrak

Penelitian ini membahas tentang fasilitas penyeberangan jalan didepan kampus FT. Untirta yang letaknya berada di Kota Cilegon dan terdapat fasilitas penyeberangan jalan berupa *zebra cross* yang sudah tidak layak, oleh karena itu perlu menganalisa kebutuhan fasilitas penyeberangan jalan didepan kampus FT. Untirta yang bertujuan untuk mengetahui fasilitas penyeberangan jalan yang layak dan mengetahui desain fasilitas penyeberangan jalan. Menganalisa kebutuhan fasilitas penyeberangan jalan ini menggunakan panduan dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1995 tentang Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan dengan menggunakan rumus  $PV^2$  dimana P merupakan volume penyeberangan jalan (orang/jam) dan V merupakan volume arus kendaraan (km/jam) dan untuk mendesain fasilitas penyeberangan jalan menggunakan *software google sketchup pro 8*. Hasil dari penelitian bahwa volume lalu lintas kendaraan dan volume penyeberang jalan dalam rumus  $PV^2$  menghasilkan  $PV^2$  maksimum pada pukul 17.00 – 18.00 dengan  $P = 205$  orang/jam,  $V = 5639$  (kendaraan/jam), maka menghasilkan  $PV^2 = 6518655805$  atau  $6 \times 10^9$  dan hasil tersebut disesuaikan kedalam tabel penentuan fasilitas penyeberangan pejalan kaki menurut Bina Marga yang menghasilkan fasilitas berupa *pelican cross* dengan kriteria  $P = 59 - 1100$  orang/jam dan  $V = > 700$  kendaraan/jam, dan dengan  $PV^2 = > 2 \times 10^8$ . Hasil proyeksi dalam jangka waktu 5 tahun kedepan menghasilkan fasilitas penyeberangan jalan yang direkomendasikan yaitu jembatan penyeberangan orang (JPO).

**Kata Kunci:** *Pelican Cross, Fasilitas Penyeberangan Jalan, Jembatan Penyeberangan*

## **PENDAHULUAN**

Kota Cilegon merupakan kota industri yang padat penduduknya dimana sangat bergantung pada transportasi untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Selain itu kota Cilegon juga merupakan sebagai kota transit untuk menuju kawasan pariwisata Anyer dan Pelabuhan Merak serta kawasan Krakatau Steel. Hal ini menjadikan volume kendaraan yang melintas pada jalan raya menjadi sangat tinggi.

Akibat tingginya volume kendaraan, sulit bagi pejalan kaki untuk menyeberang ataupun berjalan didaerah yang padat lalu lintas. Kampus FT.Untirta yang letaknya berada di Kota Cilegon yang memiliki jumlah mahasiswa/i yang cukup tinggi, terdapat fasilitas penyeberangan jalan bagi pejalan kaki berupa zebra cross tanpa pelindung. Dengan semakin tingginya jumlah mahasiswa yang terdapat di kampus FT.Untirta ditambah masyarakat yang beraktifitas melewati kawasan FT.Untirta, dirasa tidak layak jika fasilitas penyeberangan berupa zebra cross tanpa pelindung. Maka perlu diadakan analisa kebutuhan fasilitas penyeberangan jalan didepan Kampus FT.Untirta.

### **Rumusan Masalah**

Fasilitas Penyeberangan pejalan kaki yang berada di depan kampus FT.Untirta Cilegon berupa zebra cross menimbulkan beberapa persoalan seperti : Rasa takut saat menyeberang jalan, ketidaknyamanan penyeberang jalan, terganggunya arus lalu lintas di depan kampus FT.Untirta Cilegon.

Dari beberapa persoalan tersebut, maka dirumuskan:

1. Bagaimana Fasilitas penyeberangan pejalan kaki berupa zebra cross itu layak dipakai didepan kampus FT.Untirta Cilegon?
2. Bagaimana konsep design dan jenis fasilitas penyeberangan didepan kampus FT.Untirta Cilegon agar tercipta keamanan dan kenyamanan tanpa mengganggu arus lalu lintas yang ada?

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis fasilitas penyeberangan jalan yang dibutuhkan dan layak digunakan di depan kampus FT.Untirta dan mengetahui design fasilitas penyeberangan jalan didepan kampus FT.Untirta.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang hendak dicapai yaitu :

1. Mengetahui jenis fasilitas penyeberangan yang layak digunakan di depan kampus FT.Untirta, berdasarkan pada keamanan dan kenyamanan bagi penyeberang jalan.
2. Meminimalisir kecelakaan yang terjadi terhadap mahasiswa FT.Untirta, karena keselamatan mahasiswa merupakan kepentingan FT.Untirta dan serta tidak mengganggu lalu lintas yang ada.
3. Dalam bidang akademisi diharapkan bisa menambah pengetahuan bagi mahasiswa/mahasiswi.

### **Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Lokasi yang diteliti adalah depan kampus FT.Untirta.

2. Rekomendasi yang dihasilkan berupa fasilitas penyeberangan dan design. (design tidak mencakup hitungan beban struktur).
3. Survey yang dilakukan berupa survey volume penyeberang jalan dan survey volume kendaraan yang melintas pada ruas jalan didepan kampus FT.Untirta dari jam 07.00 – 21.00 WIB
4. Pengumpulan data peneliti menggunakan panduan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
5. Panduan penentuan jenis fasilitas penyeberangan diambil dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1995 Tentang Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan.
6. Metode untuk pemilihan jenis fasilitas penyeberangan pejalan kaki berdasarkan besarnya  $P.V^2$ . Dimana P adalah jumlah total penyeberang jalan dan V adalah volume kendaraan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Berikut ini tinjauan pustaka yang dijadikan referensi adalah (1) Zilhardi Idris (2007) dengan judul Jembatan Penyebrangan di Depan Kampus UMS Sebagai Fasilitas Pejalan Kaki (2) Juniardi (2010) dengan judul Analisa kebutuhan Fasilitas Penyeberangan dan Perilaku Pejalan Kaki Menyeberanga di Ruas Jalan Kartini Bandar Lampung (3) Mashuri dan M. Iqbal (2011) dengan judul Studi Karakteristik dan Pemilihan Jenis Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki di Kota Palu.

## **LANDASAN TEORI**

### **Fasilitas Pejalan Kaki**

Transportasi merupakan perpindahan barang dan atau manusia dari suatu tempat ke tempat lain.

1. Fasilitas pejalan kakai yang normal terdiri dari berbagai jenis sebagai berikut :
  - a. Trotoar
  - b. Penyeberangan Sebidang
    - 1) Zebra Cross
    - 2) Pelican Cross
    - 3) Refuges dan Promontories
    - 4) School Crossing Patrol
  - c. Penyeberangan Tidak Sebidang
    - 1) Jembatan Penyeberangan
    - 2) Terowongan
2. Pelengkap jalur pejalan kaki terdiri dari :
  - a. Lapak Tunggu
  - b. Rambu
  - c. Marka
  - d. Lampu Lalu Lintas
  - e. Bangunan Pelengkap

### **Fasilitas Penyeberangan Sebidang**

Berbagai jenis fasilitas telah disediakan untuk menyeberang langsung, antara lain :

1. Refuges dan promontories

*Refuges* berfungsi membantu keselamatan penyeberang pada lokasi dimana kendaraan sering keluar dari jalurnya karena tidak ada median.

*Promontories* berfungsi untuk memberikan jarak pandang yang baik bagi penyeberang dan pengendara, waktu yang lebih singkat untuk menyeberang dan mengurangi tundaan pada laju kendaraan karena disediakan tempat untuk pemberhentian (sementara) atau parker.

2. School Crossing Patrol

Yaitu penyediaan layanan dari Polisi, Departemen Perhubungan dan Departemen pendidikan bagi sekolah yang menimbulkan bantuan keselamatan dalam penyeberangan.

3. Zebra Cross

ialah tempat penyeberangan yang diperuntukan bagi pejalan kaki dengan marka jalan berbentuk garis membujur berwarna putih dan hitam

4. Pelican Cross

ialah *Zebra Cross* yang dilengkapi dengan lampu pengatur bagi penyeberang jalan dan kendaraan.

### **Fasilitas Penyeberangan Tidak Sebidang**

1. Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)

Fasilitas yang merupakan tidak sebidang berupa pemisahan ketinggian antara pejalan kaki dan kendaraan

2. Terowongan Penyeberangan Orang

Terowongan penyeberangan ini akan menjadi alternatif penggunaan bila waktu yang diperlukan untuk melewatinya lebih kecil dan pembangunannya lebih mahal dari jenis fasilitas lainnya.

### **Kriteria Pemasangan Fasilitas Pejalan Kaki**

1. Fasilitas harus dipasang pada lokasi-lokasi dimana dapat memberikan manfaat yang maksimal, baik dari segi keamanan, kenyamanan ataupun kelancaran perjalanan bagi pemakainya.

2. Tingkat kepadatan pejalan kaki atau jumlah konflik dengan kendaraan dan jumlah kecelakaan harus digunakan sebagai faktor dasar dalam pemilihan fasilitas pejalan kaki yang memadai.

3. Pada lokasi-lokasi / kawasan yang terdapat sarana dan prasarana umum.

4. Fasilitas pejalan kaki dapat ditempatkan disepanjang jalan atau pada suatu kawasan yang akan mengakibatkan pertumbuhan pejalan kaki dan biasanya diikuti oleh peningkatan arus lalu lintas serta memenuhi syarat-syarat atau ketentuan-ketentuan untuk pembuatan fasilitas tersebut. Tempat-tempat tersebut antara lain :

- a. Daerah industri
- b. Pusat perbelanjaan
- c. Pusat perkantoran
- d. Terminal bus
- e. Perumahan
- f. Pusat hiburan

## Teknis Perencanaan Fasilitas Penyeberangan

### 1. Penyeberangan Sebidang

Kriteria yang dapat digunakan dalam memilih fasilitas penyeberangan sebidang didasarkan pada formula empiris  $PV^2$  (Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Perkotaan, DPU 1997 dalam Idris, Zilhardi, Januari 2007) dimana :

P = Arus pejalan kaki yang menyeberang di ruas jalan sepanjang 100 m setiap 1 jam

V = Arus lalu lintas kendaraan dua arah setiap 1 jam

Nilai P dan V diatas merupakan arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan dalam kurun waktu 4 jam sibuk. Dari nilai  $PV^2$  direkomendasikan pemilihan jenis fasilitas penyeberangan seperti disajikan pada tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1.** Pemilihan Fasilitas Penyeberangan Sebidang

$PV^2$	P	V	Rekomendasi Awal
$>10^8$	50 - 100	300 - 500	Zebra Cross (Zc)
$>2 \times 10^8$	50 - 1100	400 - 750	Zc dengan pelindung
$>10^8$	50 - 1100	$>500$	Pelikan (p)
$>10^8$	$>1100$	$>500$	Pelikan (p)
$>2 \times 10^8$	50 - 1100	$>700$	Pelikan dengan pelindung
$>2 \times 10^8$	$>1100$	$>400$	Pelikan dengan pelindung

Sumber: Departemental Advice Note TA/10/80 dalam Idris Zilhardi, 2007

### 2. Penyeberangan Tidak Sebidang

Fasilitas penyeberangan orang tidak sebidang ditempat sesuai kriteria berikut (Departemental Advice Note TA/10/80 dalam Idris Zilhardi 2007) :

- a. Pada ruas jalan dengan kecepatan rencana diatas 75 km/jam.
- b. Pada kawasan-kawasan strategis dimana penyeberang tidak memungkinkan
- c. Untuk penyeberangan jalan, kecuali hanya pada jembatan
- d.  $PV^2 > 2 \times 10^8$  dengan  $P > 1100$  orang/jam dan  $V > 750$  kend/jam. Nilai V diambil dari nilai arus rata-rata selama 4 jam tersibuk.

**Tabel 2.** Pemilihan Fasilitas Penyeberangan Tidak Sebidang

PV <sup>2</sup>	P	V	Rekomendasi Awal
> 5 x 10 <sup>8</sup>	100 - 1250	2000 - 5000	Zebra Cross (Zc)
> 10 <sup>10</sup>	3500 - 7000	400 - 750	Zc dengan lampu pengatur
> 5 x 10 <sup>9</sup>	100 - 1250	> 5000	Dengan lampu pengatur/jembatan
> 5 x 10 <sup>9</sup>	> 1250	> 2000	Dengan lampu pengatur/jembatan
10 <sup>10</sup>	100 - 1250	>7000	Jembatan
10 <sup>10</sup>	>1250	> 3500	Jembatan

**Sumber:** Departemential Advice Note TA/10/80 dalam Idris Zilhardi, 2007

### Jalan

Jalan merupakan prasarana perhubungan darat yang didalamnya terdapat bagian-bagian : jalur dengan lajur untuk lalu lintas, persimpangan, ruang parker, dan perlengkapan jalan seperti rambu-rambu, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, alat pengendali dan pengamanan pemakai jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan, dan fasilitas pendukung termasuk fasilitas pejalan kaki (Perturan Pemerintah Republik Indonesia No.43 Tahun 1993).

Karakteristik jalan diperlukan untuk menentukan fasilitas penyeberangan dengan menganalisa volume jalan menurut MKJI tahun 1997.

#### 1. Volume jalan

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama periode waktu tertentu.

$$Q = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Dimana:

- Q = Volume Kendaraan (kend/jam)
- N = Jumlah Kendaraan (kend)
- T = Waktu Pengamatan (jam)

#### 2. Kecepatan (V)

Kecepatan ialah Jarak tempuh kendaraan dibagi waktu tempuh

$$U = \frac{d}{t} \quad (2)$$

Dimana:

- U = kecepatan Kendaraan (km/jam)
- d = jarak tempuh (km)
- t = waktu tempuh (jam)

### 3. Kecepatan Bintik (spot speed)

Kecepatan bintik ialah kecepatan sesaat kendaraan pada titik/lokasi jalan tertentu.

$$V = \frac{D}{1,47 T} \quad (3)$$

Dimana:

V = Spot speed

D = jarak yang ditempuh

T = Waktu yang telah berlalu

1,47 = Konstanta yang mengkonversi satuan meter per detik dalam mil per jam

### 4. Kecepatan Rata-Rata Waktu

Kecepatan rata-rata menggambarkan kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati satu titik pengamatan pada waktu tertentu.

$$U_t = \frac{\sum U_i}{n} \quad (4)$$

Dimana:

U<sub>t</sub> = kecepatan rata-rata tiap waktu (km/jam)

U<sub>i</sub> = hasil penjumlahan kecepatan tiap kendaraan (km/jam)

n = jumlah sample kecepatan kendaraan yang diambil

### 5. Proyeksi Laju Pertumbuhan

Proyeksi digunakan untuk mengetahui / memprediksi kebutuhan tertentu yang akan diperlukan pada suatu wilayah dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

$$P_t = P_o (1 + r)^t \quad (5)$$

Dengan:

P<sub>t</sub> = Jumlah kebutuhan yang diperlukan pada tahun t

P<sub>o</sub> = Jumlah kebutuhan pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan

t = Jangka waktu

## METODOLOGI PENELITIAN

### Jenis Data Penelitian

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder yang diperoleh berdasarkan survei yang dilakukan oleh peneliti.

#### *Data Primer*

Data yang diperoleh dengan cara pengamatan atau pengukuran di lapangan yaitu meliputi data-data mengenai volume lalu lintas kendaraan dan volume penyeberang jalan, data kecelakaan di lokasi survey dengan survey tanya jawab, survey geometrik jalan didepan kampus FT.Untirta.

#### *Data Sekunder*

Data yang diperoleh dari instansi yaitu meliputi data jenis jalan, data kecelakaan, panduan perencanaan fasilitas penyeberangan di perkotaan dari Bina Marga.

## **Cara Pengumpulan Data**

### **1. Pengumpulan Data Primer**

Proses pengumpulan data pada studi transportasi pada dasarnya bukan merupakan prosedur yang sembarangan, tetapi merupakan sekumpulan langkah-langkah yang saling terkait satu dengan yang lainnya dengan hasil akhir untuk memperoleh data-data yang diinginkan.

Sebelum melakukan survey, perlu disusun rencana pelaksanaan terlebih dahulu seperti berikut :

- a. Menentukan jadwal pelaksanaan survey
- b. Menentukan jumlah surveyor
- c. Menentukan peralatan apa saja yang akan dipakai dalam melakukan survey
- d. Formulir data volume penyeberang jalan
- e. Formulir data volume arus lalu lintas kendaraan
- f. Data geometrik jalan
- g. Peralatan penelitian

### **2. Pengumpulan Data Sekunder**

Data yang diperoleh dari instansi terkait yaitu peta, data kecelakaan dari Satlantas Polres Cilegon, Panduan Perencanaan Fasilitas Penyeberangan Jalan di Perkotaan dari Bina Marga Tahun 1995.

## **Survey Pendahuluan**

Survey pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui data awal mengenai pola arus lalu lintas, lokasi survey yang akan dipilih dan jam-jam sibuk atau puncak dan juga kondisi lingkungan. Adapun tujuan diadakan survey pendahuluan yaitu :

1. Penempatan tempat atau titik lokasi survey yang memudahkan pengamat
2. Penentuan arah lalu lintas dan jenis kendaraan yang disurvei
3. Memahami kesulitan yang memungkinkan muncul pada saat pelaksanaan survey dan melakukan revisi sesuai dengan keadaan di lapangan serta kondisi yang mungkin dihadapi.

## **Survey Arus Lalu Lintas**

Survey ini dilakukan untuk terjadi pada ruas jalan yang akan diteliti. Pengamat berjumlah 4 orang (2 orang mengamati ruas jalan arah Merak-Cilegon dan 2 orang mengamati ruas jalan arah Cilegon-Merak). Waktu pelaksanaan dilakukan disesuaikan pada jam awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan yaitu jam 07.00-21.00 WIB. Tipe kendaraan yang disurvei yaitu kendaraan ringan (*Light Vehicle / LV*), kendaraan berat (*heavy Vehicle / HV*), sepeda motor (*Motor Cycle / MC*), dan kendaraan tak bermotor (*Unmotorized / UM*).

## **Survey Kecepatan**

Survey ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan rata-rata kendaraan yang melintas pada ruas jalan pada jam sibuk pada pukul 07.00-08.00, 11.00-12.00, 12.00-13.00, dan 17.00-18.00. Hasil dari survey ini akan disesuaikan dengan kriteria kecepatan pada fasilitas penyeberangan jalan.

## **Survey Penyeberang Jalan**

Survey ini dilakukan untuk menghitung volume orang yang menyeberang jalan didepan kampus FT.Untirta. Pengamat berjumlah 2 orang (1 orang mengamati dari arah Barat-Timur dan 1 orang mengamati dari arah Timur-Barat). Penyeberang jalan yang diamati dan

dicatat hanya mencakup jarak sepanjang 100 m tiap jamnya pada ruas jalan, diluar jarak tersebut tidak dihitung.

### Survey Geometri Ruas Jalan dan Median Jalan

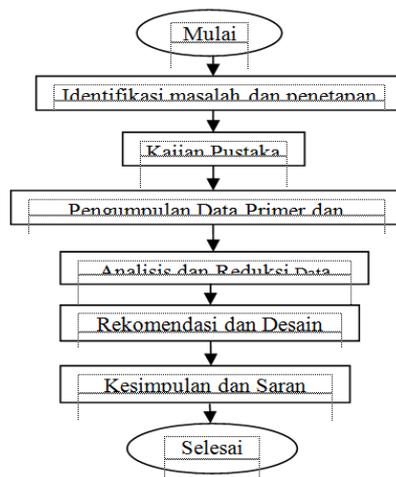
Survey geometrik ini dilakukan pada tiap-tiap ruas jalan dan median jalan. Survey ini dilakukan dengan cara mengukur lebar ruas jalan dan median jalan dengan menggunakan alat survey yaitu meteran / *Roll Meter*.

### Analisis Penentuan Fasilitas Penyeberangan

Dalam hal menentukan fasilitas penyeberangan peneliti menggunakan metode berdasarkan rumus empiris  $PV^2$ , dimana P ialah volume penyeberang jalan dan V adalah volume arus lalu lintas. Untuk mengetahui fasilitas yang dibutuhkan peneliti harus melakukan beberapa survey terlebih dahulu sebagai berikut :

1. Melakukan survey arus lalu lintas
2. Melakukan survey penyeberang jalan
3. Setelah melakukan kedua survey pada point (a) dan (b), dilanjutkan dengan menganalisis dengan perhitungan dengan menggunakan rumus  $PV^2$ .
4. Setelah didapatkan hasil dari  $PV^2$ , dilanjutkan dalam tahap rekomendasi untuk penentuan fasilitas penyeberangan sesuai hasil dari  $PV^2$  dengan tabel 4 dan tabel 5

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Sumber: Hasil Analisis, 2013)

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Data

#### 1. Analisis Arus Pejalan Kaki

Arus pejalan kaki dalam satuan orang per jam didapat dari jumlah pejalan kaki yang melewati ruas jalan yang diamati selama interval waktu satu jam. Peneliti melakukan survey pada jam 07.00-21.00 WIB disesuaikan dengan waktu perkuliahan mahasiswa yaitu pagi hari pada awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan pada malam hari, karena pada waktu tersebut terjadi aktivitas mahasiswa yang menyeberang keluar kampus maupun masuk kampus.

Tabel 3. Data Volume Arus Pejalan Kaki

Waktu	Arus Pejalan Kaki		Total Arus
	Utara - Selatan	Selatan - Utara	
07.00 – 08.00	48	80	128
08.00 – 09.00	88	57	145
09.00 – 10.00	179	90	269
10.00 – 11.00	215	98	313
11.00 – 12.00	278	150	428
12.00 – 13.00	255	151	406
13.00 – 14.00	165	110	275
14.00 – 15.00	79	189	268
15.00 – 16.00	120	66	186
16.00 – 17.00	112	93	205
17.00 – 18.00	119	86	205
18.00 – 19.00	124	115	239
19.00 – 20.00	80	35	115
20.00 – 21.00	45	95	139

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Dari tabel diatas disimpulkan bahwa jumlah pejalan kaki per satuan waktu jam pada jam 07.00-21.00 berjumlah 3321 orang / jam dan memiliki puncaknya pada jam 11.00-12.00 yang mempunyai jumlah 428 orang / jam, dikarenakan pada jam tersebut banyak orang yang sedang mencari makan siang, menunaikan ibadah shalat dzuhur, dan mahasiswa yang sudah selesai kuliah.

## 2. Analisis Arus Kendaraan

Arus kendaraan dalam satuan kendaraan per jam didapat dari jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan yang diamati selama interval waktu satu jam, dilakukan pada waktu yang sama sesuai waktu survey pejalan kaki yang menyeberang. Dalam penelitian kali ini waktu survey yang dilakukan oleh peneliti yaitu pada jam 07.00-21.00, dikarenakan waktu survey tersebut menyesuaikan dengan waktu survey orang yang menyeberang agar mendapatkan data yang sesuai dan diperlukan untuk menentukan  $PV^2$ .

**Tabel 4.** Data Volume Arus Kendaraan

Waktu	Arus Kendaraan		Total Arus
	Merak-Cilegon	Cilegon-Merak	
07.00 – 08.00	1222	4375	5597
08.00 – 09.00	1108	1702	2810
09.00 – 10.00	1345	1624	2969
10.00 – 11.00	1744	1011	2755
11.00 – 12.00	1944	1532	3476
12.00 – 13.00	1714	1739	3453

Waktu	Arus Kendaraan		Total Arus
	Merak-Cilegon	Cilegon-Merak	
13.00 – 14.00	1762	2169	3931
14.00 – 15.00	2068	1971	4039
15.00 – 16.00	1865	1709	3574
16.00 – 17.00	3170	1549	4719
17.00 – 18.00	3973	1666	5639
18.00 – 19.00	3167	1391	4558
19.00 – 20.00	1884	987	2871
20.00 – 21.00	1832	896	2728

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Dari tabel diatas disimpulkan bahwa jumlah volume lalu lintas per satuan waktu jam pada 07.00-21.00 berjumlah 53119 kendaraan / jam dan memiliki jam puncak pada jam 17.00-18.00 berjumlah 5639 kendaraan / jam, dikarenakan pada jam tersebut banyak orang yang pulang dari bekerja dan mahasiswa yang telah selesai perkuliahan.

### 3. Geometri Jalan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu ruas jalan raya Jendral Sudirman dan ralan raya Cilegon atau tepatnya didepan Kampus FT. Untirta terdapat fasilitas penyeberangan orang yaitu zebra cross tanpa pelindung yang mempunyai kondisi sudah tidak layak. Pada ruas jalan raya Jendral Sudirman setelah melewati Kampus FT. Untirta terdapat turunan, sebaliknya pada ruas jalan raya Cilegon sebelum melewati Kampus FT. Untirta terdapat Tanjakan.

Data Geometrik dari lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Lebar ruas jalan Merak-Cilegon : 6,83 m
- b. Lebar median : 2,75 m
- c. Lebar ruas jalan Cilegon-Merak : 6,90 m



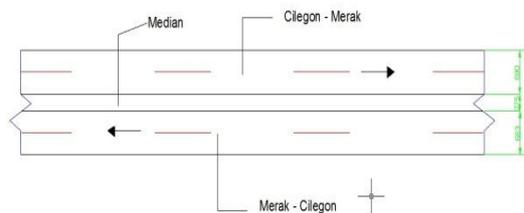
**Gambar 2.** Kondisi Jalan. (Sumber : Hasil Survey, 2013)

Gambar diatas merupakan kondisi jalan yang diteliti dan merupakan ruas jalan dari arah Merak menuju Cilegon yang mempunyai kontur jalan sedikit menurun.



**Gambar 3.** Kondisi Jalan. (Sumber : Hasil Survey, 2013)

Gambar diatas merupakan kondisi jalan yang diteliti dan merupakan ruas jalan dari arah Cilegon Merak yang mempunyai kontur jalan sedikit menanjak.



**Gambar 4.** Geometrik Lokasi Penelitian (Sumber: Hasil Survey, 2013)

#### 4. Kecepatan Rata-Rata Kendaraan

Untuk memperhitungkan faktor keamanan maka dilakukan juga survey kecepatan kendaraan yang melintas pada lokasi penelitian. Diambil masing-masing tiga sampel pada empat waktu berbeda yaitu pada waktu arus lalu lintas padat.

**Tabel 5.** Data Kecepatan Kendaraan

Waktu	Kecepatan (km/jam)						Kecepatan rata-rata tiap waktu
	merak-cilegon			Cilegon-Merak			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
07.00-08.00	70	65	60	65	55	60	62
11.00-12.00	60	65	70	70	60	70	65
12.00-13.00	65	60	65	70	65	70	66
16.00-17.00	70	75	70	65	70	75	71
Kecepatan rata-rata							66

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Dapat dilihat dari tabel 11 bahwa kecepatan kendaraan tertinggi terjadi pada jam 16.00-17.00 dari arah Merak-Cilegon maupun sebaliknya yaitu 75 km / jam dan kecepatan rata-rata kendaraan yaitu 66 km / jam. Waktu survey kecepatan kendaraan diambil 4 jam tersibuk dari lalu lintas kendaraan, agar mengetahui berapa kecepatan kendaraan pada jam tersibuk dan 4 jam yang diambil pada tabel diatas bisa mewakili dari jam-jam yang

lainnya. Hasil kecepatan kendaraan yang telah dianalisa disesuaikan dengan fasilitas penyeberangan yang telah diisyaratkan.

#### 5. Analisis Penentuan jenis Fasilitas Penyeberangan

Seluruh data-data yang diperoleh dilapangan dilakukan kompilasi dan pemilahan berdasarkan kebutuhan penelitian. Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan metode dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1995 (Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Daerah Perkotaan)

**Tabel 6.** Penyeberangan Sebidang

PV <sup>2</sup>	P	V	Rekomendasi Awal
>10 <sup>8</sup>	50 - 100	300 - 500	Zebra Cross (Zc)
>2 x 10 <sup>8</sup>	50 - 1100	400 - 750	Zc dengan pelindung
>10 <sup>8</sup>	50 - 1100	>500	Pelikan (p)
>10 <sup>8</sup>	>1100	>500	Pelikan (p)
>2 x 10 <sup>8</sup>	50 - 1100	>700	Pelikan dengan pelindung
>2 x 10 <sup>8</sup>	>1100	>400	Pelikan dengan pelindung

**Tabel 7.** Penyeberangan Tidak Sebidang

PV <sup>2</sup>	P	V	Rekomendasi Awal
> 5 x 10 <sup>8</sup>	100 - 1250	2000 - 5000	Zebra Cross (Zc)
> 10 <sup>10</sup>	3500 - 7000	400 - 750	Zc dengan lampu pengatur
> 5 x 10 <sup>9</sup>	100 - 1250	> 5000	Dengan lampu pengatur/jembatan
> 5 x 10 <sup>9</sup>	> 1250	> 2000	Dengan lampu pengatur/jembatan
10 <sup>10</sup>	100 - 1250	>7000	Jembatan
10 <sup>10</sup>	>1250	> 3500	Jembatan

Sumber: Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasa Perkotaan terbitan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Teknik NO : 011/T/Bt/1995

Keterangan :

PV<sup>2</sup> = Rumus Empiris menentukan fasilitas penyeberangan

P = Arus lalu lintas penyeberang jalan, dinyatakan orang/jam

V = Arus lalu lintas dua arah per jam, dinyatakan kendaraan / jam

Dari survey yang telah dilakukan di lapangan bahwa diperoleh hasil analisis terhadap penyeberang jalan dan arus lalu lintas kendaraan, analisis datanya sebagai berikut :

**Tabel 8.** Analisis Perhitungan

Waktu	P	V	P.V <sup>2</sup>
07.00 – 08.00	128	5597	4009780352
08.00 – 09.00	145	2810	1144934500
09.00 – 10.00	269	2969	2371224509
10.00 – 11.00	313	2755	2375677825
11.00 – 12.00	428	3476	5171342528
12.00 – 13.00	406	3453	4840822854
13.00 – 14.00	275	3931	4249509275
14.00 – 15.00	268	4039	4372023628
15.00 – 16.00	186	3574	2375866536
16.00 – 17.00	205	4719	4565137005
17.00 – 18.00	205	5639	6518655805
18.00 – 19.00	239	4558	4965311996
19.00 – 20.00	115	2871	947903715
20.00 – 21.00	139	2728	1034435776

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Dari analisis perhitungan volume penyeberang dan volume lalu lintas kendaraan didapatkan hasil  $PV^2$  maksimum terjadi pada jam 17.00-18.00 yaitu 6518655805 ( $6 \times 10^9$ ). Dari hasil ini lalu dimasukkan ke metode penentuan fasilitas penyeberangan pejalan kaki dari Bina Marga (Tabel 15 dan Tabel 16), maka hasilnya sesuai dengan ( $> 2 \times 10^8$ ,  $P=50-100$ ,  $V \Rightarrow > 700$ ) dimana fasilitas penyeberangan yang direkomendasikan yaitu *pelican cross* dengan lapak tunggu.

Berikut merupakan kriteria untuk fasilitas penyeberangan *pelican cross* :

- a. Pada kecepatan lalu lintas kendaraan dan arus penyeberang tinggi
- b. Lokasi pelican dipasang pada jalan dekat persimpangan
- c. Pada persimpangan dengan lampu lalu lintas, dimana *pelican cross* dapat dipasang menjadi satu kesatuan dengan rambu lalu lintas (*traffic signal*).
- d. Pada jalan dengan kecepatan operasional rata-rata lalu lintas kendaraan  $> 40$  km/jam.

#### 6. Desain Fasilitas Penyeberangan

Dari hasil analisis bahwa telah ditentukan fasilitas penyeberangan didepan kampus FT. Untirta yaitu *pelican cross*. Desain *pelican cross* ini dibuat menggunakan software Google Sketchup Pro 8 dan desain ini hanya mencakup desain gambar 3 dimensi tidak termasuk beban struktur.

Dibawah ini merupakan kondisi eksisting dan denah lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi asli dari lokasi yang diteliti.

a. Kondisi eksisting



**Gambar 5.** Eksisting (Sumber : Hasil Survey, 2013)

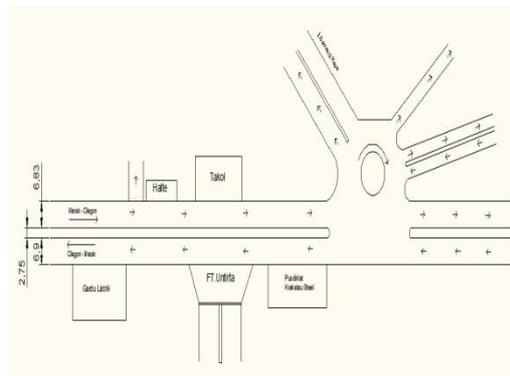
Pada gambar diatas terlihat bahwa penyeberang jalan menyeberang dengan tergesa-gesa, dikarenakan mereka sangat khawatir jika tiba-tiba ada kendaraan yang melaju cepat dan menghiraukan adanya penyeberang jalan. Hal tersebut yang menjadi kekhawatiran penyeberang jalan.

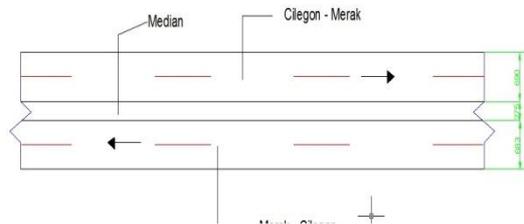


**Gambar 6.** Kondisi Eksisting jalan di Depan FT UNTIRTA (Sumber: Hasil Survey, 2013)

Gambar diatas merupakan kondisis median jalan yang ditanami pohon dan kondisi pohon tersebut bisa membahayakan bagi pengendara kendaraan, dikarenakan pohon tersebut menghalangi pandangan jika sewaktu-waktu muncul orang yang menyeberang secara tiba-tiba dan hal ini lah yang ditakutkan pada pengendara kendaraan bermotor.

b. Denah Eksisting





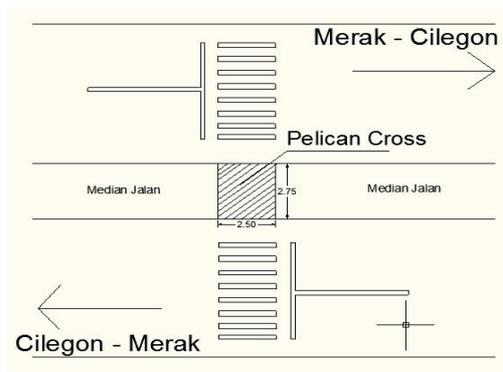
**Gambar 7.** Denah Eksisting Lokasi Penelitian (Sumber : Hasil Survey, 2013)

Gambar diatas merupakan denah eksisting pada lokasi penelitian yang telah dilaksanakan dan geometri jalan pada lokasi tersebut.

c. Desain Pelican Cross

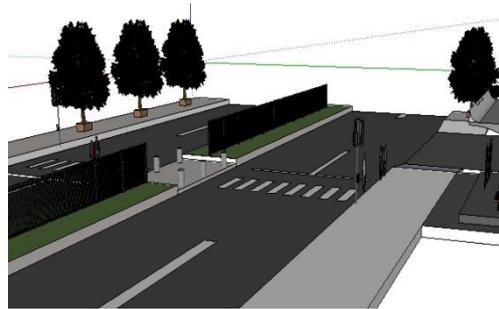


**Gambar 8.** Pelican Cross (Sumber : Hasil Desain, 2014)



**Gambar 9.** Tampak Atas Pelican Cross (Sumber : Hasil Desain, 2014)

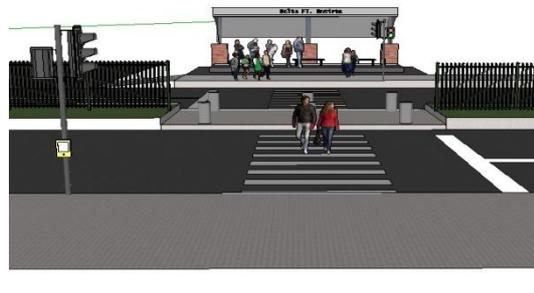
Desain diatas merupakan desain *pelican cross* dengan lampu pengatur dan dilengkapi dengan lapak tunggu. Lapak tunggu ini dibuat jika sewaktu-waktu tidak sempat untuk melanjutkan menyeberang dikarenakan kehabisan waktu yang disediakan oleh lampu pengatur. Desain *pelican cross* ini dibuat berdasarkan pedoman teknik Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan menurut Dirjen Bina Marga 1995.



**Gambar 10.** *Pelican Cross* (Sumber: Hasil Desain, 2014)

Lampu pengatur yang tersedia pada *pelican cross* ini mempunyai fungsi untuk memberikan waktu untuk menyeberang kepada penyeberang jalan dan lampu pengatur kendaraan seperti layaknya *traffic light* pada persimpangan yaitu jika lampu berwarna hijau menandakan bahwa kendaraan harus berhenti dan lampu berwarna merah menandakan kendaraan harus melanjutkan perjalanannya.

Sama halnya pada lampu pengatur untuk penyeberang jalan yaitu lampu hijau menandakan penyeberang harus menyeberang dengan waktu yang sudah disediakan, akan tetapi penyeberang harus menekan tombol terlebih dahulu sebelum menyeberang serta lampu berwarna merah menandakan penyeberang jalan harus menghentikan langkah kakinya dan menunggu di lapak tunggu yang disediakan sampai menunggu lampu hijau berikutnya.



**Gambar 11.** *Pelican Cross* (Sumber: Hasil Desain, 2014)

Untuk lapak tunggu pada fasilitas *pelican cross* ini dibuat untuk mengantisipasi jika sewaktu-waktu penyeberang jalan kehabisan waktu untuk menyeberang yang disediakan lampu pengatur. Pada kondisi fisik pada lapak tunggu ini dibuat dengan adanya penghalang atau *safety guard* berupa besi berbentuk silinder yang ditanam pada lapak tunggu yang mempunyai fungsi melindungi penyeberang jalan yang sedang menunggu di lapak tunggu dari ancaman kontak fisik dengan kendaraan.

Dari hasil desain diatas akan dijelaskan perubahan pada segi infrastruktur yaitu pada median jalan. Sebelumnya pada median jalan yang yang peneliti tinjau di lapangan bahwa median jalan ditanami pohon yang tertata sejajar rapi, tetapi menyulitkan pada pengendara dalam segi penglihatan.

Seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 12.** Kondisi Median dengan Vegetasi (Sumber: Hasil Survey, 2013)

Hal ini berbahaya bagi pengendara jika tiba-tiba muncul penyeberang jalan yang akan menyeberang, tetapi pandangan pengendara terhalang oleh pohon yang berada tepat pada median jalan. Hal inilah salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan antara pengendara dan penyeberang jalan.

Oleh sebab itu, demi menjaga keselamatan pengendara dan penyeberang jalan, telah dibuat desain seperti gambar diatas yaitu median dengan pagar pembatas sepanjang 100 m yaitu 50 m ke kiri dan 50 m ke kanan dengan titik pembagi jarak tepat ditengah dari lebar FT.Untirta. Kondisi median ini dibuat agar para penyeberang jalan fokus menyeberang pada fasilitas pelican cross dan tidak menyeberang disembarang tempat dan mengantisipasi terjadinya kecelakaan.

Untuk penempatan fasilitas pelican cross sesuai panduan penentuan jenis fasilitas penyeberangan diambil dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 1995 tentang tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan yaitu ditempatkan berdekatan dengan infrastruktur perkotaan seperti pada halnya dilapangan adanya halte yang berfungsi sebagai pemberhentian bagi penyeberang jalan yang ingin menunggu kendaraan.

#### 7. Alternatif Fasilitas Penyeberangan

Jenis fasilitas yang didapatkan dari hasil analisis yaitu *pelican cross* dengan lapak tunggu, akan tetapi dikarenakan kendaraan yang melewati lokasi ini sangat padat dan kendaraan yang melaju berkecepatan rata-rata 66 km/jam (tabel 14) > 60 km/jam (Standar Nasional Jalan Provinsi). Selain itu kendaraan yang melintas pada lokasi ini juga sangat padat (tabel 13) dan kontur tanjakan serta turunan pada jalan yang bisa menunjang kendaraan untuk melaju lebih cepat, sehingga membahayakan keselamatan penyeberang jalan.

Selain itu peneliti memproyeksikan kebutuhan fasilitas penyeberangan dalam jangka waktu 5 tahun kedepan, hal ini berguna untuk mengetahui fasilitas apakah yang dibutuhkan pada waktu 5 tahun kedepan dan seiring adanya perkembangan FT. Untirta yang diperoleh dari hasil wawancara kepada Dekan FT. Untirta bahwa dalam kurun waktu 5 sampai 10 tahun kedepan akan ada perkembangan FT.Untirta dalam bidang pembangunan dan hal ini akan menimbulkan bertambahnya masyarakat FT. Untirta. Untuk memproyeksikan, terlebih dahulu harus mengetahui persentase kenaikan dari jumlah mahasiswa FT. Untirta per tahun dari tahun 2010 – 2013 dan persentase kenaikan dari jumlah kendaraan di provinsi Banten yang diambil dari BPS Provinsi Banten tahun 2009 – 2012. Berikut merupakan tabel jumlah mahasiswa per tahun dari tahun 2010 – 2013 yang didapat dari Sekretariat Fakultas Teknik Untirta.

**Tabel 9.** Jumlah Mahasiswa per Tahun

Tahun	Jumlah Mahasiswa
2010	5015
2011	5022
2012	5035
2013	5091

Sumber: Sekretariat Fakultas Teknik Untirta, 2014

Dari tabel diatas bahwa persentase kenaikan / laju pertumbuhan jumlah mahasiswa tahun 2010 – 2013 ialah 0,037 atau 3,7 %. Sedangkan untuk persentase jumlah kenaikan / laju pertumbuhan pada kendaraan diambil dari BPS Provinsi Banten tahun 2009-2012 yaitu 0,14 atau 14 %. Persentase jumlah kenaikan / laju pertumbuhan yang didapat ini sebagai nilai ( r ) dan data yang dipakai untuk diproyeksikan yaitu pada analisis perhitungan (tabel 17), kemudian data tersebut dimasukan kedalam rumus proyeksi sebagai berikut :

$$P_t = P_o ( 1 + r )^t$$

Dimana :

P<sub>t</sub> = jumlah mahasiswa / kendaraan pada waktu t

P<sub>o</sub> = Jumlah mahasiswa / kendaraan pada tahun dasar

r = laju pertumbuhan

t = jangka waktu

Hasil dari perhitungan proyeksi dalam 5 tahun kedepan ditunjukkan pada tabel berikut :

**Tabel 10.** Proyeksi Dalam Waktu 5 Tahun Kedepan

Waktu	P	V	PV <sup>2</sup>
07.00 – 08.00	153	10777	17826368456
08.00 – 09.00	174	5410	5090060418
09.00 – 10.00	323	5717	10541804807
10.00 – 11.00	375	5305	10561603011
11.00 – 12.00	513	6693	22990350897
12.00 – 13.00	487	6648	21520952334
13.00 – 14.00	330	7569	18892136586
14.00 – 15.00	321	7777	19436801333
15.00 – 16.00	223	6881	10562441968
16.00 – 17.00	246	9086	20295329708
<b>17.00 – 18.00</b>	<b>246</b>	<b>10857</b>	<b>28980131083</b>
18.00 – 19.00	287	8776	22074396443
19.00 – 20.00	138	5528	4214116336
20.00 – 21.00	167	5253	4598813817

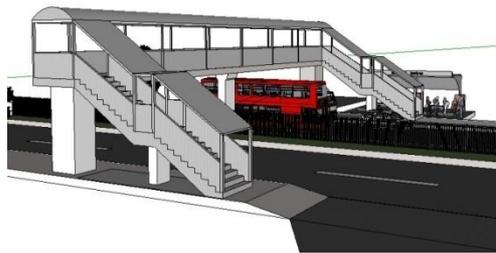
Sumber : Hasil Analisis, 2014

Hasil analisis perhitungan proyeksi didapatkan hasil P.V<sup>2</sup> maksimum terjadi pada jam 17.00 - 18.00 yaitu 28980131083 (2,8 x 10<sup>10</sup>). Dari hasil ini lalu dimasukkan ke metode penentuan fasilitas penyeberangan pejalan kaki dari Bina Marga (Tabel 4 dan Tabel 5), maka hasilnya sesuai dengan ( 10<sup>10</sup>, P = 100 – 1250 , V = >7000 ). Maka dari hasil

tersebut peneliti menyimpulkan bahwa fasilitas yang direkomendasikan untuk jangka waktu 5 tahun kedepan yaitu jembatan Penyeberangan.

Penempatan / letak jembatan untuk pejalan kaki harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

- 1) Mudah dilihat dan mudah dijangkau
  - 2) Memenuhi estetika
  - 3) Jarak dari persimpangan adalah 50 m
  - 4) Dekat dengan fasilitas pejalan kaki, seperti trotoar, halte bis, dan lain-lain.
- d. Desain Jembatan Penyeberangan (JPO)



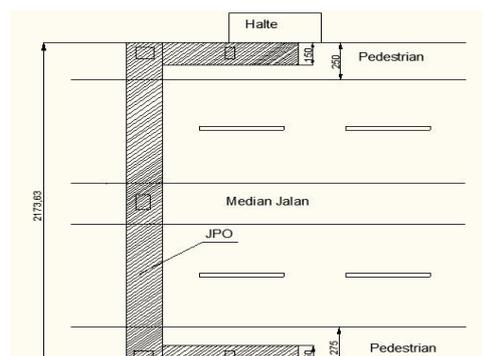
**Gambar 13.** Desain JPO (Sumber: Hasil Revisi, 2014)

Desain diatas merupakan desain jembatan penyeberangan orang (JPO) yang merupakan fasilitas yang direkomendasikan pada jangka waktu 5 tahun kedepan. Fasilitas jembatan penyeberangan ini diharapkan tidak menimbulkan terjadinya kecelakaan terhadap penyeberang jalan dan meminimalisir adanya korban kecelakaan. Dimana disebutkan dalam Undang-Undang No 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dengan jelas menekankan prioritas bagi pejalan kaki pada Pasal 131 :

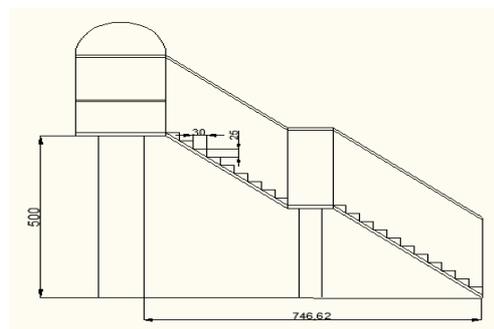
- 1) Pejalan Kaki berhak atas ketersediaan fasilitas pendukung yang berupa trotoar, tempat penyeberangan, dan fasilitas lain
- 2) Pejalan kaki berhak mendapat prioritas pada saat menyeberang jalan ditempat penyeberangan.
- 3) Dalam hal belum tersedia fasilitas sebagaimana dimaksudkan pada ayat (1), pejalan kaki berhak menyeberang ditempat yang dipilih dengan memperhatikan keselamatan dirinya.



**Gambar 14.** Desain JPO (Sumber: Hasil Revisi, 2014)



**Gambar 15.** Tampak Atas JPO (Sumber : Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki di Perkotaan menurut Bina Marga Tahun 1995)



**Gambar 16.** Ukuran Fisik JPO (Sumber : Hasil Desain, 2014)

Berikut merupakan kriteria dari desain jembatan penyeberangan orang (JPO) yang dibuat :

- 1) Kebebasan Vertikal antara jembatan dengan jalan raya adalah 5 m.
- 2) Bentang jembatan adalah 21,73 m
- 3) Tinggi anak tangga adalah 25 cm.
- 4) Lebar anak tangga adalah 30 cm.
- 5) Lebar landasan tangga adalah 1,5 m.
- 6) Lebar jalur berjalan adalah 2 m.
- 7) Kemiringan Tangga adalah 45°

Ukuran kriteria desain jembatan penyeberangan disesuaikan dengan Panduan Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki di Perkotaan Dirjen Bina Marga Tahun 1995.

e. Kelebihan dan Kekurangan Fasilitas Penyeberangan

1) Pelican Cross

Kelebihan:

1. sudah ada lampu pengatur untuk menyeberang
2. memiliki laak tunggu
3. untuk biaya investasi relatif murah
4. dengan adanya pagar pembatas pada median jalan, agar meningkatkan pemanfaatan *pelican crossing*.

Kekurangan:

1. Jenis fasilitas ini merupakan fasilitas ebidang bagi penyeberang jalan sangat rentan adanya kontak langsung dengan kendaraan.
- 2) Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)

Kelebihan :

1. Mampu menjamin keselamatan, karena fasilitas ini merupakan fasilitas tidak sebidang dan jauh dari kontak langsung terhadap kendaraan.
2. Dengan adanya pagar pembatas pada median jalan, agar meningkatkan pemanfaatan jembatan penyeberangan.

Kekurangan :

1. Biaya investasi cukup tinggi
2. Ketinggian dari jembatan ini yang harus disesuaikan dengan tinggi kendaraan yang melintas dibawahnya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa jenis fasilitas penyeberangan jalan didepan FT.Untirta ialah *pelican cross*, akan tetapi peneliti melihat dari letaknya  $\pm 50$  m dari persimpangan sangat tidak cocok, karena mengganggu arus lalu lintas dan untuk letak *pelican cross* lebih cocok jika diletakkan satu kesatuan pada *traffic light* di persimpangan dan peneliti melihat dari hasil proyeksi dalam jangka waktu 5 tahun kedepan bahwa peneliti merekomendasikan fasilitas penyeberangan yaitu jembatan penyeberangan, karena fasilitas ini tidak mengganggu arus lalu lintas yang ada, karena fasilitas ini merupakan fasilitas yang tidak berhubungan langsung dengan badan jalan jadi sangat menjamin keselamatan bagi penyeberang jalan.

Dibawah ini merupakan hasil desain *pelican cross* dan jembatan penyeberangan.

1. Desain pelican cross
  - a. Lebar : 2.75 m / menyesuaikan dengan median jalan
  - b. Panjang : 2.50 m / menyesuaikan dengan panjang garis zebra cross
  - c. Traffic light : lampu pengatur penyeberang jalan dan lampu pengatur kendaraan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (Bina Marga, 1995)
2. Desain Jembatan Penyeberangan :
  - a. Kebebasan Vertikal antara jembatan dengan jalan raya adalah 5 m.
  - b. Bentang jembatan adalah 21,73 m.
  - c. Tinggi anak tangga adalah 25 cm.
  - d. Lebar anak tangga adalah 30 cm.
  - e. Lebar landasan tangga adalah 1,5 m.
  - f. Lebar jalur berjalan adalah 2 m.
  - g. Kemiringan Tangga adalah 40°

### Saran

1. Membangun fasilitas penyeberangan jalan hendaknya mempertimbangkan karakteristik orang yang akan menggunakannya.
2. Untuk meningkatkan penggunaan fasilitas *pelican cross* hendaknya dilakukan survey efektifitas penggunaan *pelican cross*.
3. Untuk mengetahui apakah jembatan penyeberangan dibutuhkan, diperlukan survey perlu atau tidaknya pengadaan fasilitas jembatan penyeberangan.
4. Untuk meningkatkan utilitas fasilitas jembatan penyeberangan, maka perlu dikaji cara penempatannya, keamanan, dan kenyamanan penggunaannya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Direktorat Jendral Bina Marga, 1995. Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Daerah Perkotaan
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1995. Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki di Perkotaan.
- Idris, Zilhardi, 2007. Jembatan Penyeberangan di Depan Kampus UMS Sebagai Pejalan Kaki. Surakarta: UMS
- Departemen Perhubungan, 2002. Panduan Pengumpulan Data Untuk Perencanaan Transportasi Perkotaan, Jakarta: Departemen Perhubungan
- Mashuri, 2011. Studi Karakteristik Pejalan Kaki dan Pemilihan Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki di Kota Palu. Palu
- SATLANTAS POLRES Bagian Laka, 2012. Data Kecelakaan Lalu Lintas di Daerah Cilegon. Cilegon
- Dewar R, 1992. Keragaman Pejalan Kaki.
- Shane, Roess, 1990. Karakteristik pejalan kaki.
- Melani & Simon, 1999. Penelitian Perilaku Pejalan Kaki di Kota Semarang. Semarang.
- Sekretariat Fakultas Teknik Untirta, 2013. Data Jumlah Mahasiswa dan Jumlah Mata Kuliah di Fakultas Teknik Untirta.
- Robertson, 1994. Rumus Kecepatan Kendaraan.
- Juniardi, 2010. Analisa Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan dan Perilaku Pejalan Kaki Menyeberang di Ruas Jalan Kartini Bandar Lampung. Bandar Lampung
- Undang - Undang No. 14 Pasal 26 ayat (1). Tahun 1992. Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK.43/AJ 007/DRJD/97.
- Irdris Zilhardi, 2007. Departemential Advice Note TA/10/80.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, 2013. Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor.
- Undang – Undang, No. 43 Pasal 84 Bagian Kedelapan, 1993. Perilaku Pengemudi Terhadap Pejalan Kaki.
- Undang-Undang, No 22 Pasal 131, Tahun 2009. Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- Peraturan Pemerintah No 43, 1993. Prasarana dan Lalu Lintas Jalan.
- Institut Studi Transportasi (INSTRAN). 2012
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.best-sellerbooks.blogspot.com](http://www.best-sellerbooks.blogspot.com)
- [www.elisa.ugm.ac.id](http://www.elisa.ugm.ac.id)
- [www.chroniclive.co.uk](http://www.chroniclive.co.uk)
- [www.answers.com/topic/zebra-crossing](http://www.answers.com/topic/zebra-crossing)
- [www.kenningtonpob.blogspot.com](http://www.kenningtonpob.blogspot.com)
- [www.d-onenews.com/blog/2012/page/40](http://www.d-onenews.com/blog/2012/page/40)
- [www.rumusstatistik.com/2013/09/laju-pertumbuhan-penduduk-geometrik](http://www.rumusstatistik.com/2013/09/laju-pertumbuhan-penduduk-geometrik)

## PENGARUH KEBERADAAN RUMAH SAKIT TLOGOREJO DENGAN KEKURANGAN LAHAN PARKIR

**Ana Setya Risa Andriani**  
Mahasiswi S1 Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik  
Universitas Semarang  
Jln. Soekarno-Hatta Tlogosari,  
Semarang 50196  
Telp: (024) 6702757  
[anasetya\\_risa@yahoo.com](mailto:anasetya_risa@yahoo.com)

**Ratih Fitriani**  
Mahasiswi S1 Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik  
Universitas Semarang  
Jln. Soekarno-Hatta Tlogosari,  
Semarang 50196  
Telp: (024) 6702757  
[fitriani.ratih125@gmail.com](mailto:fitriani.ratih125@gmail.com)

**Iin Irawati**  
Dosen Fakultas Teknik  
Universitas Semarang  
Jln. Soekarno-Hatta Tlogosari,  
Semarang 50196  
Telp: (024) 6702757  
[iin.irawati@yahoo.co.id](mailto:iin.irawati@yahoo.co.id)

### Abstract

Tlogorejo's hospital is located on Jl. Ahmad Dahlan, Semarang and has a very strategic location because it is located in the city center of Semarang. The existence of these hospitals lead to higher side friction, especially illegal parking on the road shoulder. The purpose of this study is to analyze the influence of these hospital especially caused by illegal parking on the shoulder of the road and the side friction around the hospital. This data were collected by survey in front of Tlogorejo Hospital, Semarang. This Data were taken include traffic volume, side friction and population data. From the survey that was done, the value of the weight frequency side friction in front of the Hospital in the amount of 582.9 veh / h and the percentage reduction in road capacity value of 48.27%.

**Keywords:** Side Friction, Road Capacity, parking.

### Abstrak

Rumah Sakit Tlogorejo merupakan Rumah Sakit yang terletak di Jln. Ahmad Dahlan, Semarang dan mempunyai letak yang sangat strategis karena berada di pusat kota Semarang. Keberadaan rumah sakit ini mengakibatkan tingginya hambatan samping khususnya parkir liar pada bahu jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh keberadaan rumah sakit Tlogorejo terhadap parkir liar di bahu jalan dan hambatan samping di sekitar rumah sakit Tlogorejo. Pengambilan data dilakukan dengan survey di depan Rumah Sakit Tlogorejo, Semarang. Data yang diambil meliputi volume lalu lintas, hambatan samping dan data jumlah penduduk. Dari survey yang telah dilakukan, nilai bobot frekuensi hambatan samping di depan Rumah Sakit tersebut sebesar 582,9 kend/jam dan persentase penurunan nilai kapasitas jalan sebesar 48,27%.

**Kata kunci:** hambatan samping, kapasitas jalan, parkir.

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang sangat penting bagi masyarakat untuk berhubungan antara daerah yang satu ke daerah yang lain, selain itu juga untuk memperlancar kegiatan perekonomian, dan aktivitas sehari-hari masyarakat (Rizani,2013). Seiring dengan berkembangnya teknologi khususnya dalam bidang transportasi, jumlah moda transportasi tiap tahun semakin meningkat. Dengan peningkatan yang terjadi, mengakibatkan terjadinya kemacetan di beberapa ruas jalan di kota Semarang. Kemacetan merupakan dampak meningkatnya jumlah moda transportasi, semakin tingginya aktivitas masyarakat, dan kurangnya infrastruktur yang memadai. Kemacetan akan menimbulkan dampak negatif bagi pengemudi atau pengguna jalan dikarenakan waktu perjalanan yang semakin lama (Gea,et al,2011). Di beberapa daerah pusat kota banyak dijumpai kemacetan di beberapa ruas jalan terutama untuk daerah komersial, perkantoran, pendidikan dan rumah sakit. Penelitian ini mengkaji kawasan studi di depan Rumah Sakit Tlogorejo yang merupakan salah satu pusat kemacetan di kota Semarang. Rumah Sakit ini terletak di kawasan yang sangat strategis yaitu di pusat kota Semarang dan dekat dengan pusat perbelanjaan seperti Matahari, Citraland dan beberapa hotel yang berada di kawasan

tersebut. Kondisi ini cenderung akan menimbulkan bangkitan pergerakan yang baru seperti konflik lalu lintas, meningkatkan tundaan atau *delay* dan menimbulkan kemacetan lalu lintas (Cok, et al,2011).

Keberadaan Rumah Sakit Tlogorejo mengakibatkan tingginya hambatan samping (*side friction*) yaitu aktivitas keluar masuk parkir kendaraan yang mengakibatkan antrian kendaraan dengan panjang antrian rata-rata 50 meter pada kedua sisi jalan. Kendaraan yang hendak masuk maupun keluar rumah sakit pada jam-jam puncak kunjungan rumah sakit yaitu pukul 18.00 WIB hingga 20.00 WIB mengakibatkan bertambahnya panjang antrian kendaraan. Kurangnya lahan parkir pada rumah sakit mengakibatkan banyak pengunjung yang memilih parkir liar di bahu jalan. Parkir tersebut mengurangi lebar jalan sekitar 3,75 meter dari tepi jalan. Selain itu, adanya pejalan kaki (*pedestrians*) yang keluar masuk rumah sakit dan yang melintasi ruas jalan menambah tingginya hambatan samping. Kendaraan atau angkutan umum yang berhenti sesaat di depan Rumah Sakit juga termasuk hambatan samping yang mengurangi nilai kapasitas jalan.

## **RUMUSAN MASALAH**

1. Berapa bobot frekuensi hambatan samping di depan Rumah Sakit Tlogorejo (pemanfaatan lahan parkir pada bahu jalan, kendaraan yang keluar masuk parkir, pejalan kaki (*pedestrians*), angkutan umum atau kendaraan yang berhenti sesaat di depan rumah sakit Tlogorejo)?
2. Berapa nilai penurunan kapasitas jalan akibat hambatan samping dari keberadaan Rumah Sakit Tlogorejo?

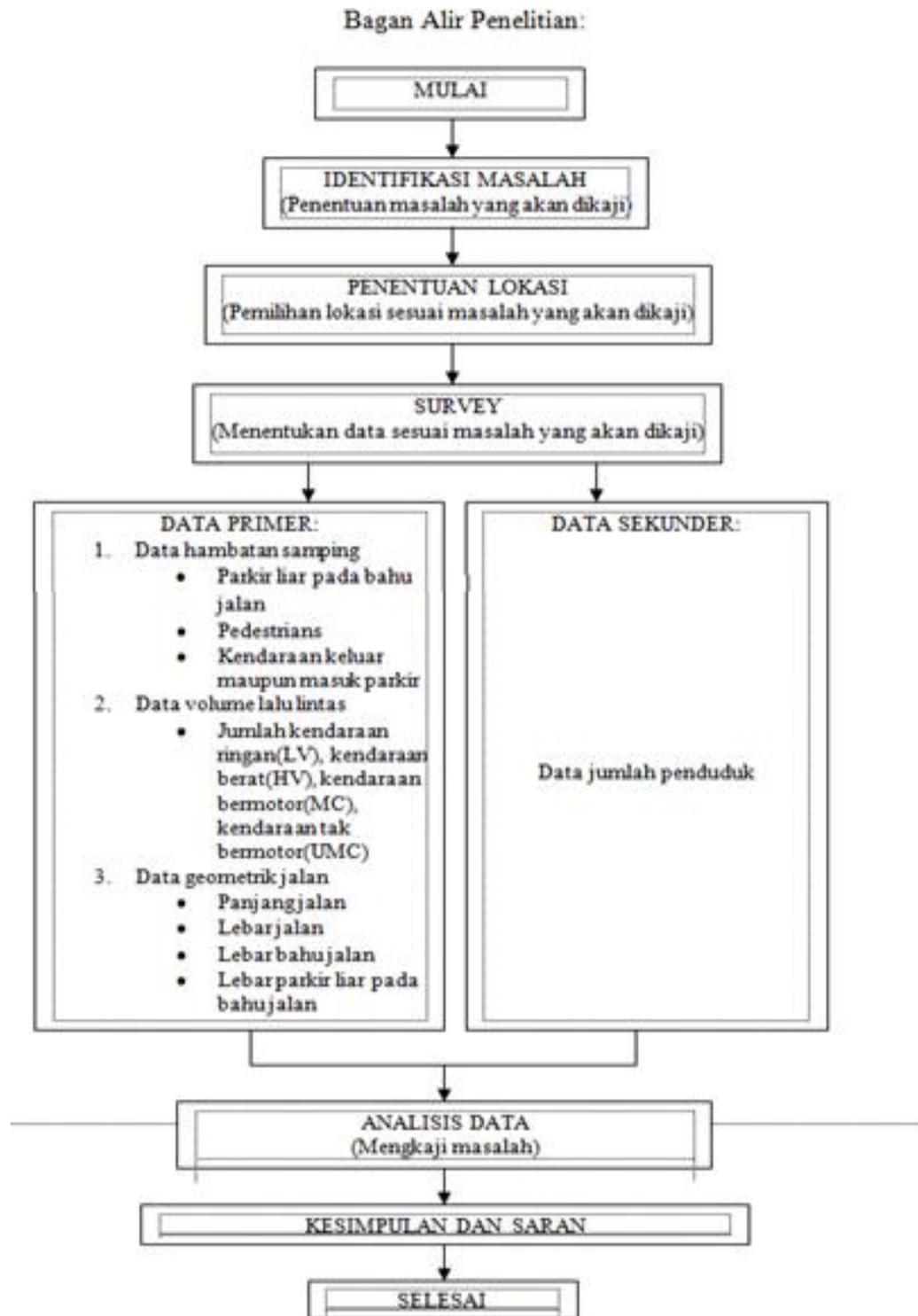
## **TUJUAN PENELITIAN**

1. Untuk mengevaluasi bobot frekuensi hambatan samping di depan Rumah Sakit Tlogorejo.
2. Untuk mengevaluasi penurunan nilai kapasitas jalan akibat hambatan samping dari keberadaan Rumah Sakit Tlogorejo.

## **LOKASI PENELITIAN**

Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah Jln. KHA Dahlan tepatnya di depan Rumah Sakit Tlogorejo.

## METODOLOGI PENELITIAN



## ANALISIS DATA

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1.** Pengamatan Hambatan Samping (Parkir Liar Di Bahu Jalan) Di Depan Rumah Sakit Tlogorejo

Waktu	Kendaraan Parkir Masuk		Kendaraan Parkir Keluar		Pedestrians
	Mobil	Sepeda Motor	Mobil	Sepeda Motor	
18.15-18.20	0	5	0	3	33
18.20-18.25	0	5	0	3	24
18.25-18.30	0	1	0	0	23
18.30-18.35	0	3	1	1	38
18.35-18.40	1	1	0	3	27
18.40-18.45	4	1	0	2	23
18.45-18.50	0	5	4	2	34
18.50-18.55	0	1	0	4	38
18.55-19.00	0	2	0	1	33
19.00-19.05	4	2	0	1	23
19.05-19.10	0	1	1	2	36
19.10-19.15	0	7	0	1	47

**Tabel 2.** kendaraan yang keluar/masuk dari/ke sisi jalan:

Waktu	Kendaraan keluar dari/ke sisi jalan		Kendaraan masuk dari/ke sisi jalan	
	mobil	sepeda motor	mobil	sepeda motor
18.15-1820	7	8	10	9
18.20-18.25	4	17	8	4
18.25-18.30	9	7	11	13
18.30-18.35	9	6	11	7
18.35-18.40	6	9	16	1
18.40-18.45	10	8	15	6
18.45-18.50	18	4	17	7
18.50-18.55	7	13	12	4
18.55-19.00	5	4	12	7
19.00-19.05	7	8	13	6
19.05-19.10	4	10	8	13
19.10-19.15	10	6	18	3

**Tabel 3.** Bobot frekuensi hambatan samping menurut MKJI 1997:

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi berbobot (kend/jam)
Pejalan kaki	PED	0,5	424	212
Kendaraan parkir/berhenti	PSV	1	72	72
Kendaraan keluar masuk sisi jalan	EEV	0,7	427	298,9
Jumlah				582,9

### **ANALISIS NILAI PENURUNAN KAPASITAS JALAN:**

Berdasarkan MKJI 1997, nilai kapasitas jalan dapat di tentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Keterangan :

- C = Kapasitas Jalan
- C<sub>o</sub> = Kapasitas Dasar
- FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuai lebar jalan
- FC<sub>SP</sub> = Faktor penyesuai pemisah arah
- FC<sub>SF</sub> = Faktor penyesuai hambatan samping
- FC<sub>CS</sub> = Faktor penyesuai ukuran kota

### **PERHITUNGAN NILAI KAPASITAS JALAN SEBELUM ADANYA PARKIR LIAR PADA BAHU JALAN.**

Untuk tipe jalan 2/2 UD, nilai kapasitas dasar sebesar 2900. Untuk faktor penyesuai lebar jalur lalu lintas efektif, lebar jalur total dua arah adalah 10 meter maka diperoleh faktor penyesuai sebesar 1,29. Pemisahan arah diasumsikan 50%-50% maka diperoleh nilai faktor penyesuai yaitu 1. Untuk faktor penyesuai hambatan samping dengan hambatan samping yang tinggi, maka diperoleh nilai faktor penyesuai sebesar 0,98. Sedangkan untuk nilai faktor penyesuai ukuran kota, jumlah penduduk Kota Semarang sebanyak 1.739.989 jiwa (*sumber : Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kota Semarang*) maka diperoleh nilai faktor sebesar 1.

Dari data di atas maka diperoleh nilai kapasitas jalan sebesar 3666,18 smp/jam.

### **PERHITUNGAN NILAI KAPASITAS SETELAH ADANYA PARKIR PADA BAHU JALAN.**

Pengurangan lebar jalur lalu lintas efektif dari 10 meter menjadi 6,25 meter diakibatkan oleh parkir pada bahu jalan. Faktor penyesuai lebar jalur menjadi 0,87. Oleh sebab itu, terjadi penurunan nilai kapasitas jalan yaitu sebesar 2472,54 smp/jam.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis dan perhitungan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar bobot frekuensi yang disebabkan oleh parkir liar di bahu jalan sebesar 582,2.
2. Penggunaan bahu jalan sebagai parkir kendaraan mengurangi lebar jalan sehingga menurunkan nilai kapasitas jalan dari 3666,18 smp/jam menjadi 2472,54 smp/jam dengan persentase penurunan kapasitas jalan sebesar 48,27%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Cok,A.P.P, Purbanto,I.G.R, Suparsa,I.G.P.2011. Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Sukawati Akibat Bangkitan Pergerakan Dari Pasar Seni Sukawati, Universitas Udayana, Denpasar.
- Departemen Pekerjaan Umum 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Edy,S.T,Sendow T.K, Oscar,H.K,Djiantje,S.2014. Analisis Besar Kontribusi Hambatan Samping Terhadap Kecepatan Dengan Menggunakan Model Regresi Linier Berganda (Studi Kasus: Ruas Jalan Dalam Kota Segmen Ruas Jalan Sarapung), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Gea, M.S.A, dan Harianto.J.2011. Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Parkir Pada Badan Jalan ( Studi Kasus : Pasar Dan Pertokoan Di Jalan Besar Delitua ), Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Kaumbur,R.A.2013. Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus : Jalan Mondorakan Utara Pasar Kotagede Yogyakarta), Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Rizani,A.2013. Evaluasi Kinerja Jalan Akibat Hambatan Samping (Studi Kasus Pada Jalan Soetoyo S Banjarmasin), Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- Suparsa.I.G.P,Gusti N.G.A.I.I,Wedagama P.D.M.2013. Analisis Kinerja Ruas Jalan Dan Biaya Perjalanan Akibat Tundaan Pada Ruas Jalan ( Studi kasus : Segmen Simpang Gunung Sopotan-Simpang Teuku Umar Barat),Universitas Udayana, Denpasar.
- Sutapa, I. K. Dan Made T.Y.I.2011. Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kapasitas Ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar (Studi Kasus Di Depan Sekolah Taman Mahatma Gandhi), Politeknik Negeri Bali, Bali.

## **KAJIAN PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP KINERJA JALAN PADA KAWASAN PENDIDIKAN, SEMARANG**

**Turyanto**  
Mahasiswa  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil, Universitas Semarang  
(USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[turyantotompo@yahoo.co.id](mailto:turyantotompo@yahoo.co.id)

**Sugalih**  
Mahasiswa  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil, Universitas Semarang  
(USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[Galih.Efendy@yahoo.com](mailto:Galih.Efendy@yahoo.com)

**Iin Irawati**  
Dosen  
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik  
Sipil, Universitas Semarang  
(USM)  
Semarang  
Jl. Soekarno Hatta  
Tlogosari – Semarang  
50196, Indonesia  
E-mail :  
[iin.irawati@yahoo.com](mailto:iin.irawati@yahoo.com)

### **Abstract**

Along with the development of science and technology, transportation needs will also increase, especially in urban areas. If high population density is not matched by adequate roads will give rise to problems such as traffic congestion. To overcome this we need to hold a good traffic management. From the results of the traffic survey carried out for three days in a row on the road Hayam Wuruk which has the function of land use, one of them in the form of educational areas, namely the Diponegoro University Graduate. The educational function of the area led to the function of other land uses such as commercial areas (potokopian, food stalls, street vendors), which often occurs as a result of vehicles queuing or delay of the side barriers. The method should be used for the analysis is the Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) 1997. The results of the performance analysis of survey data for three days on the road Hayam Wuruk have approached saturation, namely the DS of 0.245, 0.473, 0.622 as the influence of the side barriers.

**Keywords:** road capacity, traffic flow, side barriers, degree of saturation, and traffic management

### **Abstrak**

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan transportasi juga akan meningkat terutama di daerah perkotaan. Jika tingginya populasi kedaraan tidak diimbangi dengan ruas jalan yang memadai maka akan timbul masalah yang berupa kemacetan lalu lintas. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu diadakan suatu manajemen lalu lintas yang baik. Dari hasil survei lalu lintas yang dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut di jalan Hayam Wuruk yang memiliki fungsi tata guna lahan, salah satunya berupa kawasan pendidikan, yaitu adanya Universitas Diponegoro Pasca Sarjana. Fungsi kawasan pendidikan tersebut memunculkan fungsi tata guna lahan yang lain berupa kawasan niaga ( potokopian, warung makan, pedagang kaki lima), yang sering terjadi antrian atau tundaan kendaraan akibat dari adanya hambatan samping. Metode yang harus digunakan untuk analisis adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis kinerja jalan dari data survei selama tiga hari di jalan Hayam Wuruk telah mendekati kejenuhan, yaitu dengan DS sebesar 0.245, 0.473, 0.622 sebagai pengaruh dari hambatan samping.

**Kata kunci:** kapasitas jalan, arus lalu lintas, hambatan samping, derajat kejenuhan, dan manajemen lalu lintas

## **LATAR BELAKANG**

Jalan merupakan akses penghubung antara satu kawasan dengan kawasan lain. Diperlukan ruas jalan yang memadai karena peningkatan jumlah kendaraan yang sangat tinggi, yang merupakan dampak dari perkembangan ilmu teknologi semakin pesat dan daya beli masyarakat yang sangat tinggi. Jika tingginya populasi kedaraan tidak diimbangi dengan ruas jalan yang memadai maka akan timbul masalah yang berupa kemacetan lalu lintas.

Jalan Hayam Wuruk merupakan salah satu ruas jalan yang memiliki fungsi tata guna lahan, salah satunya berupa kawasan pendidikan, yaitu adanya Universitas Diponegoro Pasca Sarjana. Fungsi kawasan pendidikan tersebut memunculkan fungsi tata guna lahan yang lain berupa kawasan niaga (potokopian, warung makan, pedagang kaki lima). Dampak dari fungsi tata guna lahan tersebut adalah munculnya hambatan samping yang tinggi terutama pada jam-jam efektif perkuliahan.

Pada saat jam efektif perkuliahan, terjadi pemadatan kendaraan parkir yang tinggi pada bahu jalan sehingga bahu jalan yang ada penuh oleh parkir kendaraan terutama sepeda motor, jumlah pejalan kaki yang berjalan atau penyeberang yang banyak di sepanjang segmen jalan, jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar ke atau dari lahan samping jalan, dan arus kendaraan yang bergerak lambat, seperti sepeda, becak dan sebagainya. Selain itu, banyak pedagang kaki lima yang berada pada bahu-bahu jalan di sepanjang segmen jalan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kinerja jalan yang mengganggu kelancaran arus lalu lintas karena adanya tundaan, yang memunculkan tundaan sehingga menimbulkan kemacetan lalu lintas. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi bobot hambatan samping terhadap kinerja jalan sebagai dampak dari fungsi tata guna lahan.

## **PERUMUSAN MASALAH**

1. Bagaimana cara menentukan kelas hambatan samping terhadap kinerja jalan sebagai dampak dari fungsi tata guna lahan?
2. Bagaimana pengaruh tata guna lahan terhadap kinerja jalan di kawasan pendidikan?

## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui jumlah arus lalu lintas dan bobot hambatan samping.
2. Mengetahui pengaruh tata guna lahan terhadap kinerja jalan di Jalan Hayam Wuruk.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam tahap metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan analisis pengaruh tata guna lahan terhadap kinerja jalan di kawasan pendidikan Jalan Hayam Wuruk adalah :

1. Tahap persiapan, yaitu melaksanakan observasi, memutuskan masalah dan tujuan
2. Tahap kajian referensi, yaitu dengan mencari literatur dan mengaji mengenai pengaruh tata guna lahan terhadap kinerja jalan.
3. Tahap pengumpulan data, yaitu data diperoleh dengan pengamatan kondisi geometrik jalan, arus lalu lintas, kondisi lingkungan dan hambatan samping yang ada pada sepanjang segmen jalan.
4. Tahap analisis data yang di terdapat di lapangan, yaitu menghitung kapasitas ruas jalan, jumlah arus lintas, dan angka kepadatan lalu lintas.
5. Tahap pengambilan kesimpulan

## TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi atas :

### Kondisi geometrik jalan

Pengumpulan data geometrik jalan dilakukan langsung di tempat survei dengan melakukan pengukuran panjang jalan, lebar bahu, lebar jalus, lebar lajur dan tipe jalan.

### Data Volume Lalulintas

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan langsung di tempat survei yakni, di Jalan Hayam Wuruk. Data volume lalulintas dicari dengan menghitung kendaraan-kendaraan, baik kendaraan berat, kendaraan ringan, kendaraan sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor yang lewat pada ruas jalan pada setiap lima menit selama satu jam.

### Data Hambatan Samping

Survei hambatan samping ini dilakukan guna menghitung kapasitas ruas jalan. Pengambilan data dilakukan dengan menghitung jenis hambatan samping pada ruas jalan, yakni kendaraan keluar masuk parkir, bus keluar masuk atau berhenti, pejalan kaki yang lewat samping badan jalan atau menyebrang jalan, dan pedagang kaki lima yang berada di ruas jalan dan atau bahu jalan.

### Waktu dan Lokasi Survei

Penelitian ini dilakukan di kawasan pendidikan tepatnya di Jalan Hayam Wuruk di depan perniagaan, pada segmen penelitian setiap 200meter. Survei dilaksanakan pada jam-jam efektif kampus yakni pada sore hari, pagi hari, dan siang hari. Survei dilaksanakan secara tiga hari berturut-turut dengan hari pertama pada sore hari, hari kedua pada pagi hari, dan hari ketiga pada siang hari.

## ANALISIS DAN PERHITUNGAN

### Analisis Bobot Frekuensi Kejadian Hambatan Samping

**Tabel 1.** Pengamatan Hambatan Samping di Kawasan Pendidikan pada Jalan Hayam Wuruk

Waktu	Kendaraan Parkir Masuk		Kendaraan Parkir Keluar		Pedestrians
	Mobil	Sepeda Motor	Mobil	Sepeda Motor	
1 – 5	2	6	6	10	5
5 – 10	2	6	2	6	5
10 – 15	4	5	4	14	2
16 – 20	4	12	4	14	5
21 – 25	4	14	6	18	4
26 – 30	2	18	6	24	5
31 – 35	4	18	4	26	6
36 – 40	6	24	6	16	11
41 – 45	8	16	6	30	12
46 – 50	6	22	6	26	9
51 – 55	4	26	7	18	9

Waktu	Kendaraan Parkir Masuk		Kendaraan Parkir Keluar		Pedestrians
	Mobil	Sepeda Motor	Mobil	Sepeda Motor	
56 – 60	8	28	5	20	16
Jumlah	54/jam	195/jam	62/jam	222/jam	89/jam
Rata-rata	124,4/jam				

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

Di sepanjang segmen jalan Hayam Wuruk ditemukan hanya tiga jenis hambatan samping, yakni mobil-mobil kecil, kendaraan sepeda motor yang keluar atau masuk parkir, dan para pejalan kaki yang lewat di samping badan jalan sehingga mengganggu arus lalu lintas yang terjadi, terutama pada jam-jam efektif perkuliahan. Tabel tersebut merupakan data tabel hambatan samping yang ditemukan selama tiga jam dalam tiga hari, yang perharinya diambil satu jam pada saat jam-jam sibuk yakni hari pertama pada sore hari, hari kedua pada pagi hari dan hari ketiga pada siang hari.

**Tabel 2.** Perhitungan dan Analisa Bobot Frekuensi Hambatan Samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi Berbobot
Pejalan kaki	PED	0.5	89	45.5/jam
Kendaraan Masuk + Keluar	EEV	0.7	622/jam	622/jam
Total				667,5/jam

(MKJI 1997 , 5-72)

Perhitungan Bobot Frekuensi Hambatan Samping = Faktor Bobot x Frekuensi Kejadian/jam

### Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Analisis kapasitas ruas jalan dihitung pada saat jam-jam efektif perkuliahan, yakni pada sore hari. Tujuan dari pengambilan waktu tersebut dikarenakan adanya perbedaan kapasitas ruas jalan yang terjadi pada saat jam-jam perkuliahan. Jika dibandingkan dengan selain waktu sore sampai pagi hari, waktu sore terlihat lebih ramai lalu lintasnya.

**Tabel 3.** Geometrik Jalan

DATA GEOMETRIK JALAN PADA JALAN HAYAM WURUK				
TIPE JALAN	PANJANG JALAN	LEBAR JALUR	LEBAR BAHU JALAN	LEBAR LAJUR
2/2 UD	500 Meter	3 Meter	2 Meter	1,5 Meter

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

Sesuai yang terjadi di lapangan, keadaan jalan pada bagian-bagian jalannya seperti garis pembatas jalur sudah tidak terlihat sehingga pengukuran geometrik jalan pada jalan Hayam Wuruk dilakukan dengan menghitung panjang sesuai kondisinya dengan perkiraan.

Persamaan umum untuk menghitung kapasitas suatu ruas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) untuk daerah perkotaan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

- $C_0$  = Kapasitas Dasar (smp/jam)  
 $FC_w$  = Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu-Lintas  
 $FC_{SP}$  = Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (hanya untuk jalan tak terbagi)  
 $FC_{SF}$  = Faktor Penyesuaian Hambatan Samping  
 $FC_{CS}$  = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

1. Kapasitas Dasar ( $C_0$ )

Kapasitas yang diperoleh ditentukan berdasarkan jumlah lajur dan jalur yang ada di wilayah pendidikan. Jalan Hayam Wuruk merupakan jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi dengan kapasitas dasar ( $C_0 = 2900$  smp/jam total dua arah)

2. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalulintas ( $FC_w$ )

Lebar jalur lalu lintas adalah 3 meter sehingga nilai  $FC_w = 0,92$

3. Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah ( $FC_{sp}$ )

Dari data arus lalu lintas, untuk pemisah arah SP dalam persen adalah 50-50 dengan nilai  $FC_{sp} = 1,00$

4. Faktor penyesuaian akibat hambatan samping ( $FC_{sf}$ )

**Tabel 4.** Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping	Kode	Jumlah bobot kejadian/jam (kedua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	$\leq 100$	Daerah pemukiman, jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri dengan beberapa toko disisi jalan.
Tinggi	H	500 – 900	Daerah komersial dengan aktivitas sisi jalan yang sangat tinggi.
Sangat tinggi	VH	$\geq 900$	Daerah komersial dan aktivitas pasar di samping jalan yang sangat tinggi.

Jumlah frekuensi berbobot per 200 meter adalah 579,9. Dengan lebar bahu 2 meter, maka kelas hambatan samping dikategorikan tinggi, sehingga  $FC_{sf} = 0,95$

5. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $FC_{cs}$ )

Jumlah penduduk kota Semarang menurut hasil survei tahun 2010 adalah sebanyak 1,5 juta jiwa, Jadi, Faktor penyesuaian ukuran kota ( $FC_{cs} = 1,00$ )

Berdasarkan data-data tersebut, maka diperoleh nilai kapasitas ruas jalan adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.** Kapasitas Jalan saat kondisi Lalulintas Ramai

No	Faktor Analisis	Nilai
1	Kapasitas Dasar (Co) (smp/jam)	2900
2	Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalulintas (FCw)	0,92
3	Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah (FCsp)	1
4	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)	0,95
5	Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)	1
6	Kapasitas (C) (smp/jam)	2.534,60

Dari tabel ini, dapat dilihat bahwa hasil penelitian untuk kapasitas ruas jalan pada sore hari terutama pada saat jam-jam efektif perkuliahan adalah sebesar 2.534,6 smp/jam, sehingga keadaan ruas jalan yang kurang memadai.

### Analisis Derajat Kejenuhan ( DS )

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C$$

Keterangan :

DS : Derajat kejenuhan

Q : Kapasitas arus lalu lintas

C : Kapasitas Jalan

Derajat kejenuhan dihitung dengan perbandingan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp / jam. ( sumber MKJI 1997 ).

**Tabel 6.** Hasil Pengamatan Volume Lalulintas di Jalan Hayam Wuruk

Waktu	Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan			
	LV	HV	MC	UM C	LV	HV	MC	UMC	LV	HV	MC	UM C
	Hari ke - 1				Hari ke - 2				Hari ke - 3			
1 - 5	57	0	66	2	61	12	97	2	65	3	122	2
5 - 10	36	0	120	2	44	13	112	3	64	4	248	3
10 - 15	20	0	100	5	57	8	140	7	55	3	223	4
16 - 20	16	0	74	0	45	10	160	9	67	2	145	6
21 - 25	19	0	95	0	37	8	155	4	45	3	245	7
26 - 30	10	0	80	2	40	7	176	7	56	8	277	8
31 - 35	7	0	74	3	33	8	127	7	40	6	146	9
36 - 40	16	0	64	2	27	8	169	5	34	7	124	6
41 - 45	12	0	68	4	36	6	188	3	55	7	139	5
46 - 50	11	0	69	1	44	6	159	5	60	4	133	6
51 - 55	15	0	64	1	38	8	210	6	67	3	125	5
56 - 60	14	0	67	2	34	7	187	3	65	5	135	5
Volume	233	0	941	24	496	101	1880	61	673	55	2062	66

Waktu	Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan				Jenis Kendaraan			
	LV	HV	MC	UM C	LV	HV	MC	UMC	LV	HV	MC	UM C
Menit ke-	Hari ke - 1				Hari ke - 2				Hari ke - 3			
EMP	1	1.2	0.4	0.2	1	1.2	0.4	0.2	1	1.2	0.4	0.2
Q	233	0	376. 4	16.2	436	121, 2	752	12.2	673	66	824. 8	13.2
Q Total	625.6 smp/jam				1200.2 smp/jam				1577 smp/jam			
Q Rata-Rata	1134.3 smp/jam											

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

Pengamatan volume lalu lintas dilakukan dengan cara menghitung manual kendaraan yang lewat di jalan tersebut, dengan menggolongkan jenis kendaraan yang lewat yakni: kendaraan ringan seperti sedan jeep, opelet, mikro truk dan bus kecil (LV), kendaraan berat seperti bus besar, truk 2 sumbu 4 atau 6 roda, truk 3 sumbu, truk gandengan dan truk semi trailer (HV), kendaraan bermotor seperti sepeda motor, scoter dan kendaraan roda tiga (MC), dan kendaraan tidak bermotor (UMC). Pengambilan data dilakukan dengan selang waktu 5 menit selama satu jam dalam satu hari dan dilakukan tiga hari berturut-turut dengan waktu pengambilan yang berbeda (hari pertama pada sore hari, hari kedua pada pagi hari dan hari ketiga pada siang hari).

Maka untuk menghitung DSnya adalah sebagai berikut :

$$DS \text{ Hari ke-1} = \frac{625,6}{2534,6} = 0,245$$

$$DS \text{ Hari ke-2} = \frac{1200,2}{2534,6} = 0,473$$

$$DS \text{ Hari ke-3} = \frac{1577}{2534,6} = 0,622$$

Jadi dari perhitungan DS diatas ditemukan DS rata-ratanya adalah sebesar 0,466 atau mendekati kemacetan.

### **Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Kinerja Jalan**

Jalan Hayam Wuruk dijadikan sebagai jalan yang penting keberadaanya di kawasan pendidikan, kampus Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Dengan demikian pengendalian ruas jalan haruslah sebaik mungkin demi kelancaran kegiatan-kegiatan yang berlangsung di sana. Panjang ruas jalan yang berada di wilayah kampus tersebut sepanjang 500 meter. Sistem guna lahan yang baik akan memberikan tingkat kemudahan untuk saling berhubungan antar fungsi lahan. Berdasar pada perannya, jalan Hayam Wuruk tersebut sebagai tempat lintas kegiatan perniagaan, perkuliahan dan pemukiman.

Hasil pengamatan di lapangan data-data yang diperoleh dari kawasan penelitian (daerah kajian) jalan Hayam Wuruk adalah sebagai berikut:

#### **1. Manajemen Lalu lintas**

- a. Lebar koridor ruas jalan ini belum dimanfaatkan secara efektif, karena perkerasan tidak dilakukan sampai pada sisi trotoar jalan, di samping itu pada bahu-bahu jalan banyak dipergunakan untuk tempat parkir kendaraan dan berniaga (pedagang kaki lima dan toko-toko jasa potokopian), .

- b. Kurang memadainya rambu jalan sehingga ruas jalan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal, baik dari segi kapasitas maupun keamanan lalu lintas sehingga berpotensi menimbulkan angka kecelakaan lalu lintas cukup tinggi, khususnya untuk kendaraan roda dua (sepeda motor).
- c. Tidak adanya halte sehingga angkutan umum tidak bisa memanfaatkannya sebagai tempat pemberhentian keluar-masuknya penumpang, diakibatkan karena kapasitas yang tidak memadai untuk saat ini.

## 2. Geometrik Jalan

DATA GEOMETRIK JALAN PADA JALAN HAYAM WURUK				
TIPE JALAN	PANJANG JALAN	LEBAR JALUR	LEBAR BAHU JALAN	LEBAR LAJUR
2/2 UD	500 Meter	3 Meter	2 Meter	1,5 Meter

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

Geometrik jalan yang kurang mendukung. Hal ini ditunjukkan dengan tipe jalan, lebar jalur lalu lintas, efektivitas dari bahu jalan, dan jalur khusus pejalan kaki yang kurang mendukung menyebabkan berkurangnya kapasitas jalan.

- a. Dalam perencanaan geometrik ruas jalan ini, perkerasan tidak dilakukan sampai di sisi trotoar, masih terdapat ruang tanpa perkerasan antara trotoar dan perkerasan jalan utama, sehingga mengakibatkan beberapa lokasi jika hujan terdapat genangan air yang membentuk kolam dan menjadi becek.
- b. Tidak adanya marka jalan pemisahan jenis kendaraan antara pengendara sepeda motor (jalur lambat) dengan kendaraan roda empat.

## 3. Parkir di jalan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan ke lapangan kendaraan roda dua atau kendaraan roda empat saat menurunkan dan menaikkan penumpang pemberhentian dilakukan disisi jalan dengan tidak mengindahkan keadaan kepadatan lalu lintas sehingga sering terjadi kemacetan yang diakibatkan hal ini. Pengamatan lain yang ditemui di lapangan adalah bahu jalan yang digunakan sebagai tempat parkir untuk mobil-mobil pribadi dan kendaraan bermotor. Penggunaan bahu jalan sebagai lahan parkir di kawasan pendidikan (Jalan Hayam Wuruk) menjadikan arus lalu lintas menjadi terhambat karena pergerakan kendaraan saat keluar dan masuk parkir.

## 4. Fasilitas

Koridor ruas jalan ini mempunyai fasilitas seperti:

- a. Trotoar, para pejalan kaki tidak menggunakan trotoar saat berjalan di sisi kanan kiri jalan dikarenakan trotoar telah berada tepat di depan tempat perniagaan (seperti: pedagang kaki lima dan toko jasa fotokopian) sehingga berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas dan kecepatan.
- b. Lampu penerangan jalan, sepanjang koridor ruas jalan ini terdapat lampu penerangan jalan yang jarak rata-rata antar lampu sekitar 20 meter, tetapi lampu-lampu ini hanya ada di salah satu bagian sisi jalan sehingga belum optimal dalam penerangannya.
- c. Tempat penyeberangan (*zebra cross*), garis tempat penyeberangan yang sudah tidak jelas membuat pengguna jalan terutama para pejalan kaki saat melintas atau memotong jalan tidak pada tempat penyeberangan yang telah disediakan.

## 5. Keamanan dan ketertiban

- a. Kesadaran akan tertib berlalu lintas dari masyarakat pengguna jalan tersebut masih rendah, masih banyak pengguna kendaraan roda empat baik angkutan umum atau

pun kendaraan pribadi serta kendaraan roda dua (sepeda motor) dalam melakukan pemberhentian kendaraan, yakni saat menaikan atau menurunkan penumpang tidak pada tempatnya,

- b. Tidak adanya lampu (pengatur) lalu lintas, hal ini menambah kesemerautan arus lalu lintas yang berdampak meningkatnya kecelakaan serta membahayakan pengguna jalan lain dan mengurangi kenyamanan berkendara.

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

### **Analisis Hambatan Samping**

Terjadinya aktivitas di sisi kanan dan kiri pada koridor jalan Hayam Wuruk berdampak terhadap kinerja jalan, dan arus lalu lintas di sepanjang jalan tersebut menjadi terhambat sehingga menimbulkan kemacetan dan kelambatan pada seluruh kendaraan. Aktivitas di sisi kanan dan kiri pada koridor ruas jalan ini dipengaruhi oleh kurang disiplinnya para pengguna jalan, baik angkutan umum, kendaraan pribadi, kendaraan roda dua (sepeda motor), dan juga pejalan kaki. Pengguna jalan seperti kendaraan roda empat dan roda dua bebas berhenti untuk menaikan dan menurunkan penumpang di sepanjang koridor jalan ini, demikian halnya dengan pejalan kaki dan PKL yang memakai bahu jalan sebagai tempat mereka beraktivitas. Kondisi hambatan samping semakin tinggi terlihat pada jam-jam puncak yakni pada jam-jam efektif perkuliahan. Hambatan samping di sepanjang koridor jalan ini berdampak penurunan kapasitas jalan dan peningkatan kecelakaan diakibatkan karena keadaan fisik jalan tersebut, gerakan parkir, gerakan membuka pintu mobil, tingkah pengemudi kendaraan yang tidak menentu, pejalan kaki yang muncul diantara kendaraan parkir dan aktivitas lainnya.

Sumber : Hasil Survei Lapangan oleh Penyusun, 2014

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil analisis-*analisis* yang telah dilakukan dalam penelitian ini, penyusun dapat menarik kesimpulan bahwa pengaruh tata guna lahan terhadap kinerja jalan di sepanjang jalan Hayam Wuruk menunjukkan kecenderungan peningkatan aktivitas pengguna jalan yang semakin besar (naik), karakteristik arus mulai tidak stabil dan kecepatan rendah, terjadinya kondisi tersebut akibat dipengaruhi oleh:

1. Kelas hambatan samping pada jalan Hayam Wuruk tersebut termasuk kelas hambatan samping tinggi, karena dari hasil survei diperoleh 667,5/jam.
2. Nilai derajat kejenuhan (DS) akibat adanya pengaruh hambatan samping adalah sebesar : 0.245, 0.473, 0.622. Dari hasil analisis kapasitas jalan akibat pengaruh volume lalu lintas dan kapasitas ruas jalan, dengan diperolehnya nilai Derajat Kejenuhan rata-rata (DS) sebesar  $0.446 < 0,7$  , maka diperlukan manajemen lalu lintas yang dapat mengatasi antrian atau tundaan kendaraan, agar pada ruas jalan Hayam Wuruk dapat berjalan dengan lancar.
3. Perkembangan guna lahan pada kawasan pendidikan di sepanjang jalan Hayam Wuruk menyebabkan timbulnya tata guna lahan yang lain yaitu kawasan permukiman, dan perniagaan. Dengan munculnya perkembangan guna lahan lain, maka akan menimbulkan suatu tarikan dan bangkitan dari suatu kawasan sehingga terjadi peningkatan pergerakan lalu lintas untuk melakukan aktivitasnya.

4. Koridor jalan ini mempunyai tipe jalan 2 lajur 2 arah tak berpembatas median, pergerakan kendaraan pada jam puncak lalu lintas yaitu pada siang hari sekitar jam 11.00 – 14.00 WIB, dimana pergerakan kendaraan yang memberikan kontribusi terbesar pada ruas koridor jalan ini yaitu sebesar 1577 smp/jam.
5. Perubahan pemanfaatan lahan menjadikan magnet tersendiri bagi masyarakat untuk memanfaatkan lahan di sepanjang jalan akses menuju kawasan tersebut sebagai daerah permukiman, dan perdagangan barang dan jasa, dimana masyarakat sebagai pelaku ekonomi merespon dengan membangun perumahan, rumah toko/warung, PKL dan kegiatan ekonomi lainnya, sehingga menambah peningkatan hambatan samping di sepanjang koridor jalan ini.

### **Saran**

Berdasarkan hasil analisis, beberapa saran sebagai suatu arahan dalam mengantisipasi perkembangan guna lahan terhadap kinerja jalan khususnya di wilayah survei adalah:

Mengendalikan perkembangan guna lahan di kawasan pendidikan yang mempengaruhi bangkitan dan tarikan pergerakan lalu lintas sehingga akan menurunkan kinerja jalan. Untuk itu perlu ditetapkan suatu peraturan bangunan yang disusun berdasarkan rencana penataan bangunan yang terpadu, sehingga setiap bangunan bersama bangunan lainnya di suatu bagian terdapat suatu kaitan yang membentuk suatu kesatuan kawasan yang tertata dengan baik, mengikuti kaidah-kaidah penataan bangunan perkotaan pada kawasan pendidikan. Bentuk dari pengendalian tersebut antara lain; pengendalian ijin pemanfaatan ruang, meliputi: ijin lokasi (berkenaan dengan lokasi dan letak tepat), ijin mendirikan bangunan (berkenaan dengan tata bangunan), dan ijin penggunaan bangunan. Pengendalian itu harus disesuaikan dengan pengaturan tata bangunan yang diperlukan, antara lain:

1. Penataan lahan sebagai orientasi dan ciri kawasan.
2. Pengaturan luas kapling/persil minimum pada tiap jalan.
3. Pengaturan peralihan fungsi baru pada tata lahan di sepanjang jalan tersebut.

Langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di Jalan tersebut adalah:

1. Wajib Menggunakan Lajur di sebelah kiri, bagi kendaraan yang ingin memasuki area parkir di kawasan pendidikan tersebut.
2. Memberikan larangan parkir di bahu jalan khususnya di area perniagaan pada kampus pasca sarjana Undip.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum". Jakarta.
- Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Pemerintah Kota Semarang.<http://dispendukcapil.semarang.go.id/>. (diakses 27 Mei 2014)
- Morlok, E.K. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Terjemahan Johan K. Hainim. Erlangga, Jakarta.
- MKJI (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

## PERENCANAAN DESAIN BUNARAN KAWASAN KAMPUS UNIVERSITAS JEMBER

**Muhamad Saad**  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[saadmuhamad21@gmail.com](mailto:saadmuhamad21@gmail.com)

**Nunung Nuring Hayati**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[nunung.nuring@yahoo.co.id](mailto:nunung.nuring@yahoo.co.id)

**Sonya Sulistyono**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

### Abstract

Two intersections in the campus of the University of Jember need attention. That name is Doubleway intersection and Triumviraat roundabout. This is related to the frequent occurrence of accidents at the intersection. Previous research conducted by Isnanto (2007) and Novel (2013) at the Doubleway intersection. This intersection assumed into a roundabout, and the performance of the roundabout until 2023 showed  $DS \leq 0.75$ . This study was conducted to evaluate the design of Doubleway and Triumviraat roundabout at the University of Jember. Evaluation results used to re-design of Doubleway and Triumviraat roundabout in order to satisfy applicable standards/guidelines. So the safety aspect of the review of infrastructure can be realized. The diameters size results obtained from the design of the Doubleway and Triumviraat roundabout is 38.5 m and 44.7 m. Performance of the each other roundabout in 2014 showed the DS value  $\leq 0.75$ .

**Keywords:** roundabout, design, roundabout performance, DS

### Abstrak

Dua simpang di kawasan kampus Universitas Jember perlu mendapatkan perhatian, yaitu Simpang Doubleway dan Bundaran Triumviraat. Hal ini terkait sering terjadinya kecelakaan pada simpang tersebut. Penelitian sebelumnya dilakukan Isnanto (2007) dan Novel (2013) pada simpang Doubleway ditingkatkan menjadi bundaran lalu lintas. Hasil penelitian diperoleh kinerja bundaran lalu lintas hingga tahun 2023 nilai  $DS \leq 0,75$ . Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi desain bundaran lalu lintas Doubleway dan Triumviraat Kampus Universitas Jember. Hasil evaluasi dipergunakan untuk merencanakan kembali bundaran lalu lintas Doubleway dan Triumviraat agar memenuhi standar/pedoman yang berlaku. Sehingga aspek keselamatan terhadap tinjauan infrastruktur dapat diwujudkan. Hasil perancangan diperoleh diameter bundaran doubleway sebesar 38,5 m dan triumviraat 44,7 m. Kinerja bundaran lalu lintas hingga tahun 2014 nilai  $DS \leq 0,75$ .

**Kata kunci:** bundaran lalu lintas, perencanaan, kinerja bundaran, DS

## PENDAHULUAN

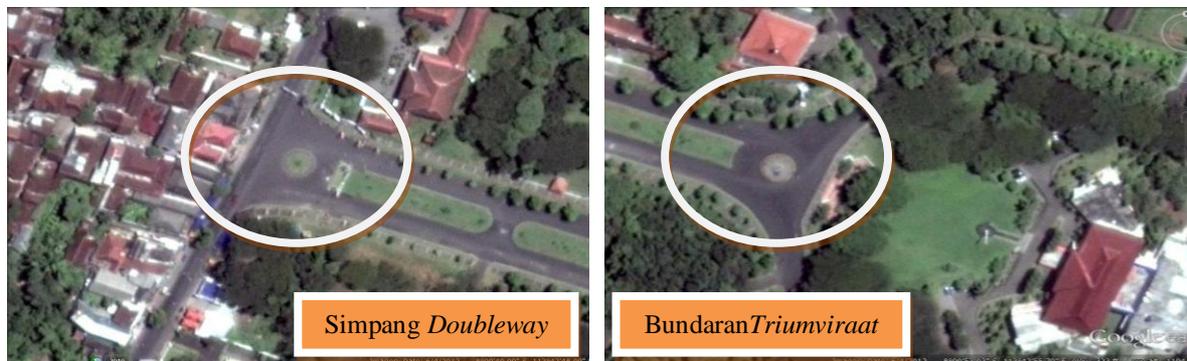
Dalam wilayah kampus Universitas Jember terdapat duasimpang utama, yaitu simpang Doubleway dan bundaran Triumviraat (depan rektorat). Kedua simpang ini berada pada jalan utama Kampus Universitas Jember. Keberadaan dua simpang ini sudah tepat, namun seringnya terjadi kecelakaan dan banyaknya pelanggaran lalu lintas yang terjadi pada kawasan tersebut menjadi ciri bahwa lokasi tersebut bermasalah. Isnanto (2007) dan Novel (2013) pada penelitian sebelumnya meningkatkan simpang Doubleway dari tidak bersinyal menjadi bundaran. Hasil penelitian memperlihatkan pada tahun 2007 dan 2013 kinerja rancangan bundaran doubleway cukup baik. Nilai derajat kejenuhan (DS) pada masing-masing jalinan masih dibawah 0,75. Sedangkan pada lokasi bundaran Triumviraat belum pernah dilakukan penelitian sejenis. Namun berdasarkan hasil penelitian di bundaran Doubleway serta lokasi bundaran Triumviraat sangat dekat dan satu garis dengan bundaran Doubleway, dapat diprediksikan kinerjanya akan lebih baik.

Kondisi kinerja yang masih cukup baik ditandai dengan nilai  $DS \leq 0,75$  seharusnya tidak banyak memunculkan permasalahan. Namun kenyataannya pada dua lokasi tersebut masih sering terjadi kecelakaan dan pelanggaran lalu lintas. Pelanggaran terhadap penggunaan lajur yang tidak semestinya dan pola pergerakan lalu lintas saat melintasi simpang dan bundaran diindikasikan sebagai salah satu faktor menurunnya keselamatan lalu lintas pada dua lokasi tersebut. Desain yang kurang benar pada ukuran dimensi bundaran sangat mempengaruhi pola pergerakan pengendara, pemasangan rambu dan marka yang tidak ada mempengaruhi pula kebiasaan para pengguna jalan, serta tidak adanya penerangan yang memadai mengakibatkan menurunkan tingkat keselamatan simpang Doubleway dan bundaran Triumviraat. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan evaluasi infrastruktur pada simpang Doubleway dan bundaran Triumviraat. Tinjauan evaluasi didasarkan atas kesesuaian dengan peraturan teknis yang berlaku di Indonesia. Selanjutnya berdasarkan hasil evaluasi dilakukan perancangan terhadap bundaran Doubleway dan desain ulang bundaran Triumviraat, sehingga aspek keselamatan dua bundaran tersebut dapat terpenuhi.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dua simpang utama Kampus Universitas Jember, yaitu simpang Doubleway dan bundaran Triumviraat. Simpang Doubleway berada di akses utama masuk dan keluar Kampus Universitas Jember, sedangkan bundaran Triumviraat berada di depan gedung rektorat yang terdapat monumen Triumviraat.



**Gambar 1.** Tampak Atas Bundaran Kawasan Kampus Universitas Jember (UJ)

### Tahapan Penelitian

Langkah-langkah metode penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dan sekunder untuk masing-masing bundaran yang ditinjau dalam penelitian ini dengan jenis data primer dan data sekunder yang dikumpulkan ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Primer dan Sekunder Penelitian

No.	Data Primer	Data Sekunder
1	Inventarisasi Jalan	Gambar pemetaan tim teknis UJ
2	Volume dan jam puncak kendaraan	Volume dan jam puncak simpang DBW

No.	Data Primer	Data Sekunder
3	Kecepatan rencana di tikungan	Data angka pertumbuhan mahasiswa UJ
4	Volume hambatan samping	Data LHR ruas jalan kalimantan
5	Volume arus penyebrang	
6	Pola pergerakan pengendara	

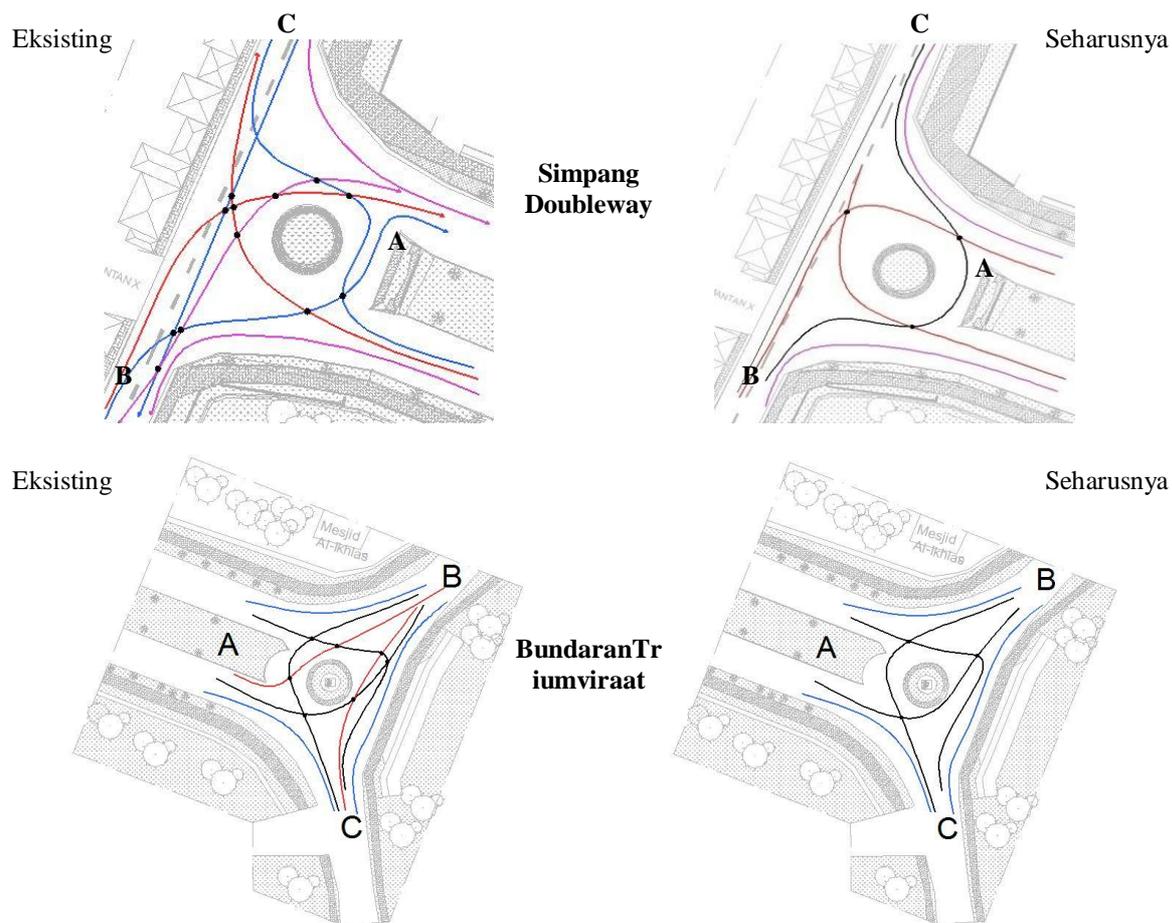
2. Analisa dan pengolahan data survei-survei primer, meliputi:
  - a. Analisa penentuan jam dan volume lalu lintaspuncak;
  - b. Sketsa hasil inventarisasi simpang dan bundaran;
  - c. Analisa hambatan samping;
  - d. Analisis pola pergerakan arus lalu lintas pada simpang dan bundaran;
  - e. Analisa kecepatan rencana di tikungan pada simpang dan bundaran;
  - f. Analisa kinerja bundaran;
  - g. Analisa prediksi kinerja bundaran 10 tahun mendatang; dan
  - h. Analisa volume lalu lintas penyebrang jalan.
3. Analisa kelayakan simpang dan bundaran eksisting, dengan tinjauan:
  - a. Kinerja simpang dan bundaran (MKJI 1997);
  - b. Desain bundaran (PD-T-04-2004); dan
  - c. Fasilitas pelengkap bundaran.
4. Analisa keselamatan infrastruktur bundaran. Apabila hasil analisa ini menunjukkan kriteria tidak memenuhi, maka bundaran tersebut perlu didesain kembali. Namun jika sebaliknya, maka desain dipertahankan.
5. Perancangan bundaran untuk memenuhi aspek keselamatan infrastruktur. Hasil perancangandianalisa kembali seperti langkah pada nomor 3.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pola Pergerakan Pengendara

Pola pergerakan pengendara saat melintasi simpang dan bundaran dilakukan survei langsung di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan tersebut diperoleh titik-titik konflik pada simpang dan bundaran lokasi penelitian. Pola pergerakan lalu lintas pada masing-masing simpang dan bundaran lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasar Gambar 2 diperoleh terjadi 12 titik konflik *crossing* pada kawasan simpang Doubleway dan 7 titik konflik *crossing* pada pergerakan lalu lintas di bundaran Triumviraat. Dengan kondisi eksisting maka pada dua lokasi penelitian ini seharusnya hanya muncul potensi 3 titik konflik *crossing*. Meskipun seharusnya pada sebuah bundaran lalu lintas seharusnya tidak ada titik konflik *crossing*. Penyimpangan pergerakan lalu lintas oleh pengendara menyebabkan menurunnya aspek keselamatan pada dua lokasi penelitian ini. Selanjutnya di observasi lebih jauh dengan meninjau besar persentase penyimpangan yang dilakukan pengendara pada waktu jam sibuk (puncak) atau bukan jam sibuk (bukan jam puncak).



**Gambar 2.** Pola Pergerakan Lalu Lintas pada Simpang Doubleway dan Bundaran Triumviraat

Berdasarkan hasil survei dapat diketahui besar persentase penyimpangan pola pergerakan lalu lintas pada simpang doubleway sebesar 26% pada jam sibuk dan 31% pada jam tidaksibuk. Sedangkan untuk bundaran triumviraat sebesar 9% pada jam sibuk dan 12 % pada jam tidak sibuk. Pada kondisi jam sibuk, terdapat kecenderungan pengemudi melakukan pola pergerakan sesuai dengan pola pergerakan pada simpang dan bundaran yang seharusnya. Namun pada kondisi lalu lintas sepi atau tidak sibuk, kecenderungan pengemudi tidak mengikuti pola pergerakan semestinya pada saat melewati simpang atau bundaran. Selain itu pada jam sibuk dilakukan pengaturan dan penjagaan oleh petugas keamanan kampus. Keberadaan petugas keamanan kampus pada jam sibuk, mampu merubah perilaku pola pergerakan lalu lintas di simpang dan bundaran.

### **Evaluasi Bundaran Doubleway dan Triumviraat**

#### ***Kinerja Rencana Bundaran Doubleway dan Eksisting Bundaran Triumviraat***

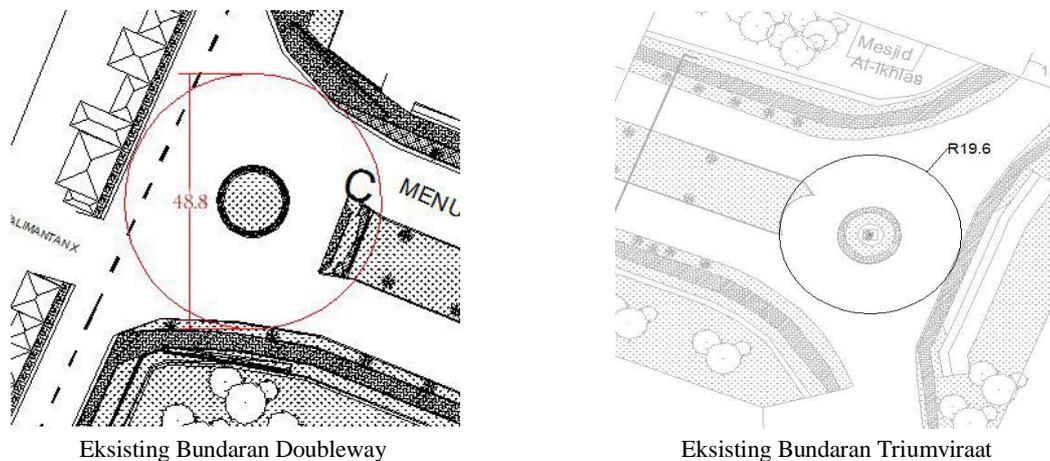
Hasil perencanaan penelitian sebelumnya pada bundaran Doubleway digunakan sebagai data masukan untuk perhitungan kinerja bundaran pada tahun 2024. Sedangkan data masukan bundaran Triumviraat diperoleh dari hasil pengukuran dan survei lapangan yang diproyeksikan untuk tahun 2024. Analisa menggunakan pendekatan berdasarkan MKJI 1997. Proyeksi volume lalu lintas tahun 2024 selain dipengaruhi pertumbuhan lalu lintas, juga diasumsikan dipengaruhi tingkat pertumbuhan mahasiswa. Prediksi kinerja kedua bundaran hingga tahun 2024 diperoleh bahwa dengan desain bundaran Doubleway seperti pada penelitian sebelumnya dan kondisi eksisting pada bundaran Triumviraat nilai derajat

kejenuhan masih dibawah 0,75 ( $DS \leq 0,75$ ). Sehingga secara kinerja dapat dikatakan dalam kondisi baik.

### ***Evaluasi Desain Rencana Bundaran Doubleway dan Eksisting Bundaran Triumviraat***

Aspek teknis yang dievaluasi dan dianalisa terhadap desain rencana bundaran Doubleway dan eksisting bundaran Triumviraat adalah mengacu pada Pd T 02-2004-B. Teknik pendekatan dalam melakukan evaluasi desain dengan tinjauan aspek teknis menggunakan pendekatan seperti yang dilakukan Mulyono, dkk. (2009). Hasil evaluasi desain sebagai berikut:

1. Volume lalu lintas terbesar yang digunakan adalah mengacu LHR pada bundaran Doubleway. Pemilihan tersebut dengan asumsi bundaran sebagai lokasi penelitian saling terhubung. Sehingga data LHR bundaran Triumviraat mengikuti bundaran Doubleway. Nilai LHR pada kawasan bundaran sebesar 15.238 smp/hari (Isnanto, 2007) yang berarti jumlah lajur lingkaran pada kedua bundaran adalah hanya 1 lajur. Sesuai ketentuan apabila  $LHR < 20.000$  smp/hari maka jumlah lajur lingkaran adalah 1.
2. Berdasar besar LHR bundaran, diperoleh diameter standar bundaran adalah 30 – 45 m dengan jenis bundaran lajur tunggal dan kendaraan rencana truk sumbu ganda/semi trailer. Perencanaan bundaran Doubleway sebelumnya pada Isnanto (2007) dan Novel (2013) maka diameter bundaran tidak termasuk pada aturan kecepatan rencana maksimum dan dimensi bundaran. Demikian halnya untuk bundaran Triumviraat. Ukuran diameter rencana bundaran Doubleway dan eksisting diameter bundaran Triumviraat ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Diameter pada Rencana dan Eksisting Bundaran

3. Tinjauan terhadap radius masuk dan radius keluar bundaran sulit ditentukan. Tidak adanya marka pada lengan pendekat kawasan bundaran menyulitkan dalam penentuan ukuran radius masuk dan radius keluar, selain hal ini dapat meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan pada bundaran ini. Kondisi pemarkaan pada lengan pendekat dapat dilihat pada Gambar 4.



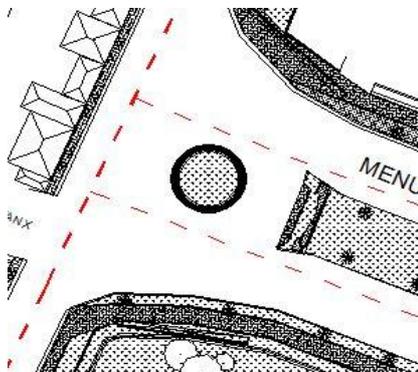
Pendekat tanpa marka pada Bundaran Doubleway



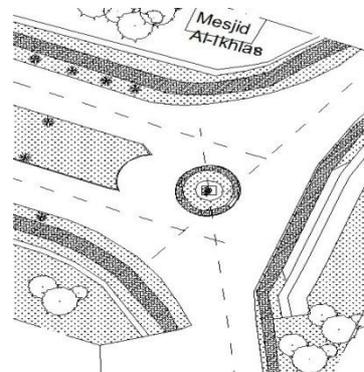
Pendekat tanpa marka pada Bundaran Triumviraat

**Gambar 4.** Kondisi Pendekat pada Simpang dan Bundaran

4. Tinjauan alinyemen dan pendekat pada bundaran adalah dengan meninjau titik pusat bundaran. Titik pusat bundaran seharusnya ditempatkan pada perpotongan sumbu dari masing- masing lengan pendekat. Selain itu dimungkinkan pula jika sumbu dari salah satu lengan bergeser ke arah kanan dari titik pusat bundaran. Hasil evaluasi terhadap desain rencana bundaran Doubleway memperlihatkan sumbu dari masing-masing lengan pendekat tidak berpotongan pada bundaran (lihat Gambar 5). Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi perilaku pergerakan pengendara di jalinan. Hal ini berbeda dengan yang terjadi pada bundaran Triumviraat. Sumbu dari masing-masing lengan pendekat berpotongan dengan bundaran (lihat Gambar 5).



Bundaran Doubleway



Bundaran Triumviraat

**Gambar 5.** Kondisi Alinyemen dan Pendekat pada Bundaran

### ***Evaluasi Keselamatan Infrastruktur Bundaran***

Evaluasi terhadap faktor-faktor keselamatan infrastruktur pada bundaran dilakukan dengan meninjau aspek teknis bundaran. Hasil pengukuran, perhitungan dan pengamatan lapangan akan dibandingkan dengan standar atau pedoman teknis yang berlaku. Standar atau pedoman teknis yang diacu pada bundaran adalah PD-T-04-2004. Sedangkan pendekatan dalam melakukan evaluasi teknis merujuk pada metode yang dilakukan dalam Mulyono, dkk. (2009) pada uji laik fungsi jalan. Berdasar PD-T-04-2004 dalam penelitian ini dilakukan tinjauan terhadap 10 parameter/aspek teknis bundaran seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2.**Evaluasi Aspek Teknis Keselamatan Infrastruktur Bundaran Existing

No.	Aspek Teknis Yang Ditinjau	Standar Teknis Infrastruktur *)	Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Pengamatan		Hasil Evaluasi			
			Doubleway	Triumviraat	Doubleway		Triumviraat	
					Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Jarak kebebasan pandang	36,77 m	49,8 m & 50.8 m	64,9 m	√		√	
2	Jarak pandang henti	38,5 m	29,89 m	31,28 m		√		√
3	Alinyemen pendekat pada bundaran	Berpotongan	Tidak Berpotongan	Berpotongan		√		√
4	Diameter bundaran	30 – 45 m	48,8	39,8		√		√
5	Diameter pulau bundaran	21,4 – 35,8 m	13,4 m	13,1 m		√		√
6	Kecepatan rencana lengan pendekat	35 km/jam	29,07 km/jam	30,08 km/jam	√			√
7	Marka pelengkap bundaran	Ada	Tak ada	Tak ada		√		√
8	Rambu pelengkap bundaran	Ada	Tidak ada	Tidak ada		√		√
9	Tingkat pencahayaan	Sedang	Kurang	Sedang		√		√
10	Lebar trotoar	1,50 m	2,20 m	2,20 m	√			√

\*) Sumber dari PD-T-04-2004

Berdasarkan Tabel 2 di atas dari 10 kriteria aspek teknis untuk meningkatkan keselamatan infrastruktur pada bundaran, hanya 3 kriteria teknis yang dapat dipenuhi pada bundaran Doubleway. Jarak kebebasan pandang, kecepatan rencana lengan pendekat, dan lebar trotoar merupakan aspek teknis yang dapat dipenuhi. Sedangkan pada bundaran Triumviraat hanya 6 kriteria teknis bundaran yang dapat dipenuhi. Keenam aspek teknis bundaran tersebut adalah jarak kebebasan pandang, alinyemen pendekat pada bundaran, diameter bundaran, kecepatan rencana lengan pendekat, tingkat pencahayaan, dan lebar trotoar. Untuk itu diperlukan perancangan ulang terhadap desain bundaran pada bundaran Doubleway dan bundaran Triumviraat.

## **Perancangan Bundaran Doubleway dan Triumviraat Kampus Universitas Jember**

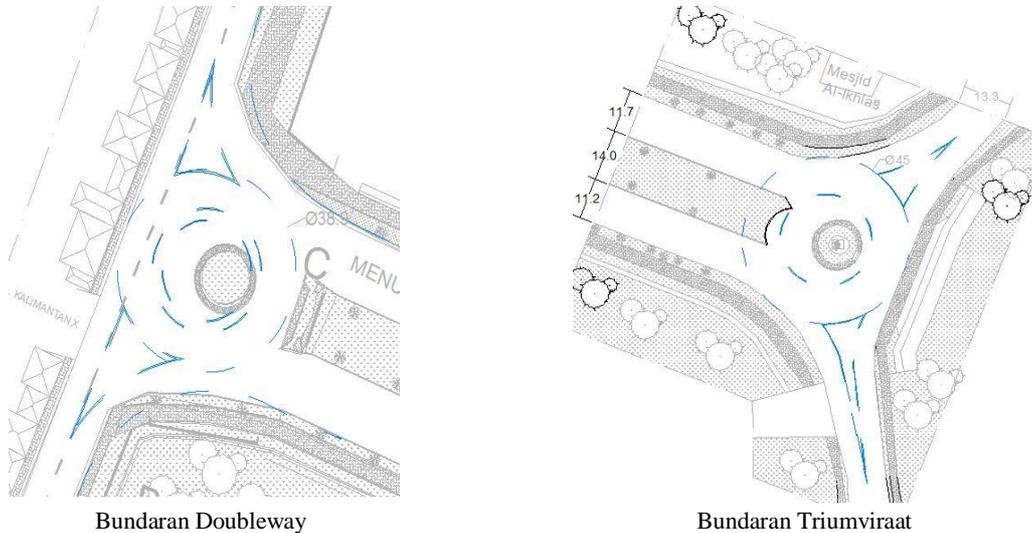
### ***Perancangan Bundaran***

Perancangan ulang terhadap desain kondisi eksisting dilakukan untuk memenuhi kriteria teknis yang distandarkan. Hal ini dimaksudkan untuk mewujudkan infrastruktur jalan yang berkeselamatan, khususnya pada bundaran di lingkungan kampus Universitas Jember. Bentuk pulau bundaran dan diameter bundaran pada bundaran lokasi penelitian diubah. Bundaran *doubleway* menggunakan  $D = 38,5$  m dengan diameter pulau bundaran sebesar  $D=24,0$  m. Sedangkan untuk bundaran *triumviraat* menggunakan  $D=44,7$ m dengan diameter pulau bundaran sebesar  $D=25,0$  m. Perubahan geometri bundaran (overlay eksisting dengan rancangan) ditunjukkan pada Gambar 6. Sedangkan hasil ancangan bundaran ditunjukkan seperti Gambar 7.

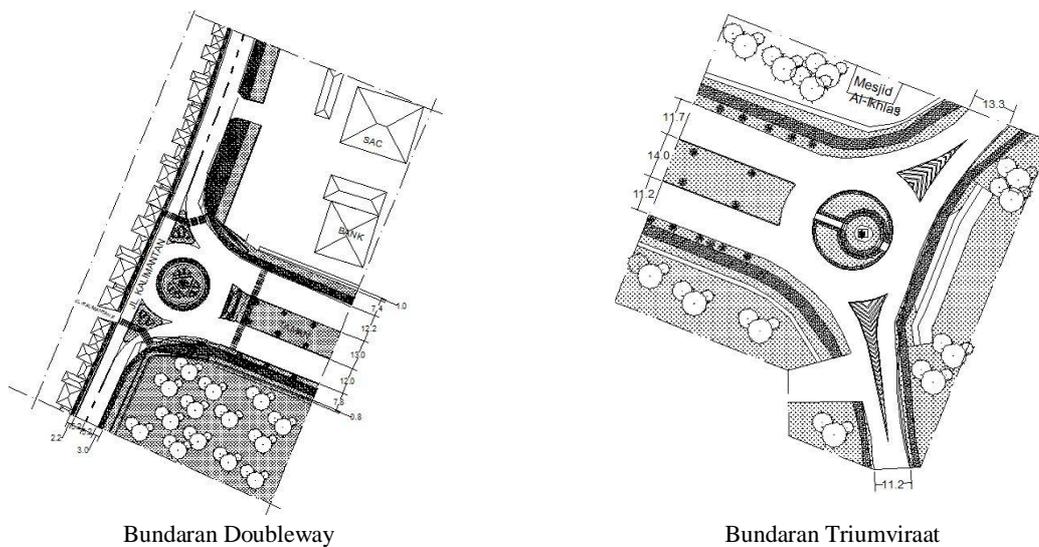
### ***Kinerja Bundaran Hasil Perancangan***

Berdasarkan hasil rancangan dipergunakan sebagai data masukan geometri untuk analisa kinerja bundaran. Perhitungan dan analisa kinerja rancangan bundaran baru dilakukan untuk mengetahui pengaruh geometri bundaran terhadap perilaku lalulintasnya. Tujuh parameter perilaku lalu lintas yang ditinjau untuk setiap lengan, yaitu: kapasitas, derajat

kejenuhan, tundaan lalu lintas, kecepatan tempuh, dan waktu tempuh. Sedangkan perilaku lalu lintas bundaran yang ditinjau adalah tundaan lalu lintas bundaran rata-rata dan tundaan bundaran rata-rata. Hasil analisa kinerja bundaran tahun 2024 ditunjukkan pada Tabel 3.



**Gambar 6.** Overlay Hasil Rancangan Bundaran Dengan Kondisi Eksisting



**Gambar 7.** Hasil Rancangan Bundaran Doubleway dan Triumviraat

**Tabel 3.** Kinerja Rancangan Bundaran Prediksi Tahun 2024

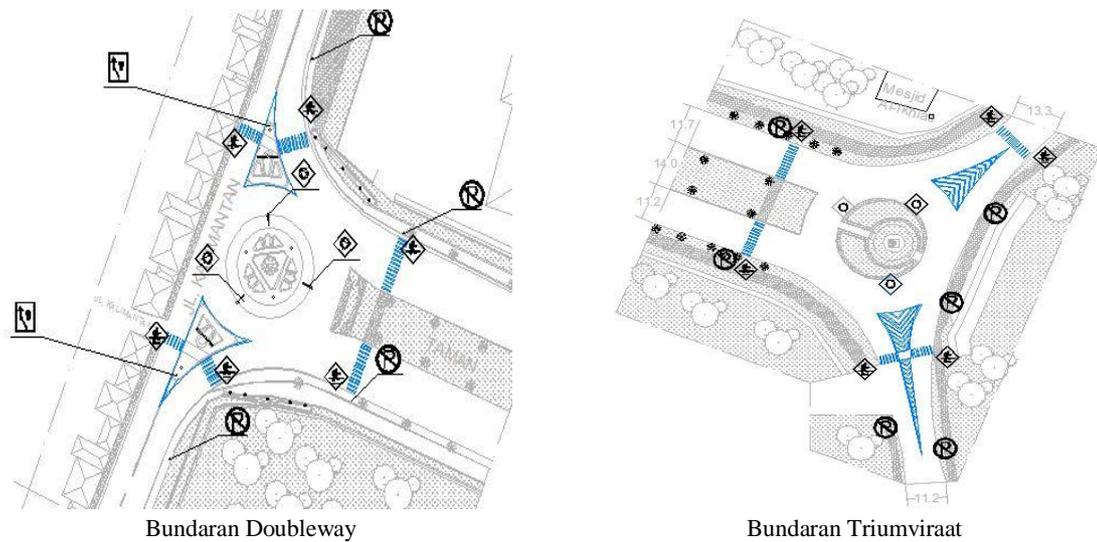
No	Perilaku Lalu Lintas	Satuan	Bagian Jalinan Bundaran Doubleway			Bagian Jalinan Bundaran Triumviraat		
			AB	BC	CD	AB	BC	CD
1	Kapasitas bundaran	smp/jam	3.789	1.697	1.952	1.783	1.498	481
2	Derajat kejenuhan		0,72	0,313	0,349	0,306	0,315	0,087
3	Tundaan lalu-lintas	det/smp	3,38	1,47	1,64	1,43	1,48	0,41
4	Kecepatan Tempuh	km/jam	23,93	30,96	28,27	28,54	28,60	29,30
5	Waktu Tempuh	menit	0,46	0,26	0,30	0,33	0,31	0,35

No	Perilaku Lalu Lintas	Satuan	Bagian Jalinan Bundaran Doubleway			Bagian Jalinan Bundaran Triumviraat		
			AB	BC	CD	AB	BC	CD
6	Tundaan lalu-lintas bundaran rata-rata	det/smp	2,48			1,32		
7	Tundaan bundaran rata-rata	det/smp	6,48			5,32		

Berdasarkan hasil kinerja rancangan pada tahun 2024 pada Tabel 3 memperlihatkan nilai derajat kejenuhan di masing-masing bagian jalinan masih dibawah 0,75 ( $DS \leq 0,75$ ). Nilai DS tertinggi terjadi pada bagian jalinan AB sebesar 0,72 pada bundaran Doubleway. Sedangkan untuk tundaan bundaran rata-rata pada bundaran Doubleway sebesar 6,48 det/smp dan bundaran triumviraat sebesar 5,32 det/smp. Dapat dikatakan kedua bundaran tersebut tingkat pelayanan pada LoS B.

**Evaluasi Keselamatan Infrastruktur Bundaran Ditinjau Aspek Teknis**

Untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan pejalan kaki, pada kawasan bundaran perlu dilengkapi dengan rambu-rambu lalu lintas dan *zebracross*. Penempatan perlengkapan jalan tersebut ditunjukkan seperti pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Rancangan Penempatan Rambu Lalu Lintas dan *Zebracross*

Berdasar hasil rancangan bundaran selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap keselamatan infrastruktur bundaran ditinjau terhadap aspek teknis. Hasil analisa seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Evaluasi Aspek Teknis Keselamatan Infrastruktur Rancangan Bundaran

No.	Aspek Teknis Yang Ditinjau	Standar Teknis Infrastruktur *)	Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Pengamatan		Hasil Evaluasi	
			Doubleway	Triumviraat	Doubleway	Triumviraat
			Ya	Tidak	Ya	Tidak
1	Jarak kebebasan pandang	63 m	52,7 m	63, 6 m	√	√
2	Jarak pandang henti	38,5 m	38,5 m	38,5 m	√	√
3	Alinyemen pendekat pada bundaran	Berpotongan	Tidak Berpotongan	Berpotongan	√	√
4	Diameter bundaran	30 – 45m	38,5	44,7	√	√

No.	Aspek Teknis Yang Ditinjau	Standar Teknis Infrastruktur <sup>*)</sup>	Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Pengamatan		Hasil Evaluasi			
			Doubleway	Triumviraat	Doubleway		Triumviraat	
			Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
5	Diameter pulau bundaran	21,4 – 35,8 m	24 m	25 m	√		√	
6	Kecepatan rencana lengan pendekat	35 km/jam	35 km/jam	35 km/jam	√		√	
7	Marka pelengkap bundaran	Ada	Ada	Ada	√		√	
8	Rambu pelengkap bundaran	Ada	Ada	Ada	√		√	
9	Tingkat pencahayaan	Sedang	Sedang	Sedang	√		√	
10	Lebar trotoar	1,5 m	2,2 m	2,2 m	√		√	

<sup>\*)</sup> Sumber dari PD-T-04-2004

Berdasar hasil evaluasi memperlihatkan pada bundaran Doubleway 2 aspek teknis tidak dapat dipenuhi dan *triumviraat* semua aspek terpenuhi. Pada bundaran *doubleway*, dua aspek teknis tidak dapat dipenuhi, yaitu jarak kebebasan pandang dan alinyemen pendekat pada bundaran. Hal ini dikarenakan posisi masing-masing sumbu pendekat mengikuti kondisi existing. Hal ini untuk menghindarkan adanya pelebaran jalan pada sisi barat (masyarakat) yang bukan lahan Universitas Jember.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Evaluasi terhadap kondisi eksisting memperlihatkan kinerja lalu lintas dalam kondisi baik ditandai  $DS \leq 0,75$ . Hasil berbeda ditunjukkan apabila evaluasi dilakukan terhadap aspek teknis keselamatan infrastruktur. Dari 10 kriteria, untuk bundaran Doubleway hanya memenuhi 3 kriteria saja, sedangkan bundaran Triumviraat hanya 6 kriteria. Sedangkan pada pola pergerakan lalu lintasnya memperlihatkan 31% pergerakannya tidak sesuai dengan pola pergerakan lalu lintas seharusnya pada bundaran Doubleway. Sedangkan pada bundaran Triumviraat penyimpangan pola pergerakan lalu lintas di bundaran sekitar 12%. Selanjutnya kedua lokasi penelitian ini dilakukan perancangan baru desain bundaran.

Hasil rancangan bundaran Doubleway diperoleh diameter bundaran sebesar 38,5 m dan diameter pulau bundaran sebesar 24,0 m. Pada bundaran Triumviraat diperoleh diameter bundaran sebesar 44,7 m dan diameter pulau lalu lintas sebesar 25,0 m. Berdasar data geometrik ini, kinerja bundaran hingga tahun 2024 memperlihatkan nilai  $DS \leq 0,75$  dan nilai tundaan bundaran rata-rata  $D \leq 10$  det/smp. Dengan demikian dapat dikategorikan dalam LoS B. Evaluasi terhadap aspek teknis keselamatan infrastruktur bundaran, hasil rancangan pada bundaran Triumviraat dapat memenuhi semua aspek teknis tinjauan. Namun pada bundaran Doubleway terdapat dua aspek yang tidak dapat dipenuhi, yaitu jarak kebebasan pandang dan alinyemen pendekat pada bundaran. Pertimbangan menghindarkan pembebasan lahan pada sisi barat (lahan milik masyarakat), sehingga dua aspek teknis ini tidak dapat dipenuhi. Secara umum hasil rancangan telah mengakomodasi standar teknis yang berlaku, sehingga aspek teknis untuk mewujudkan infrastruktur jalan yang berkeselamatan dapat terpenuhi.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih disampaikan kepada Biro Perencanaan Universitas Jember atas dukungan data sekunder untuk penelitian, dan Laboratorium Transportasi - Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah menyediakan peralatan survei selama penelitian.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang*. Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hobbs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Isnanto, 2008. Perencanaan Bundaran Lalu Lintas Pintu Masuk Utama Kampus Universitas Jember (Double Way – Jl. Kalimantan). *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik – Universitas Jember.
- Mulyono, Agus, dkk. 2009. *Audit Keselamatan Infrastruktur Jalan (Studi Kasus Jalan Nasional KM 78-KM 79 Jalur Pantura Jawa, Kabupaten Batang)*. ISSN 0853-2982.
- Novel, Salim. 2013. Detail Desain Bundaran Lalu Lintas Universitas Jember ( Double way-Jl. Kalimantan).*Skripsi*.Jember: Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik – Universitas Jember.

## PERENCANAAN PENYEDIAAN FASILITAS PARKIR PADA PUSAT PERBELANJAAN ROXY SQUARE DI KABUPATEN JEMBER”

**Mh. Iqbal Dirganakbari**  
Mahasiswa S-1 Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415

**Nunung Nuring Hayati**  
Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415

**Hernu Suyoso**  
Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415

### Abstract

A parking lot is a public facility and supporter for planning of a shopping center. Roxy Square is one of the shopping center in Jember and still managing a parking lot facility. The parking lot facility must be planned with the exact calculation, management, and circulation system in order to prevent a lack of parking zone, a queue and a traffic jam. This research plan a need of the parking lot for vehicle based on SRP and the difference between the destination and the departure of the vehicles. The result of the analysis is obtained a need of the parking lot on the workday is only 35% from weekend. Therefore, a strategy of parking system needed. The area has three parking zones so that an open closed zone system and managemet of an efficiency parking lot for a daily parking need is done.

**Key Words:** *Roxy Square Jember, parking space requirements, unit parking spaces*

### Abstrak

Tempat parkir merupakan fasilitas umum dan penunjang dalam merencanakan pusat perbelanjaan. Roxy Square merupakan salah pusat perbelanjaan di Jember yang saat ini masih menata penyediaan fasilitas parkir. Fasilitas parkir harus direncanakan dengan perhitungan, penataan dan pengaturan sirkulasi yang tepat. Hal ini untuk menghindari kurangnya ruang parkir, antrian sampai kemacetan. Penelitian ini merencanakan kebutuhan parkir kendaraan berdasarkan Satuan Ruang Parkir (SRP) dan selisih terbesar antara kedatangan dan keberangkatan kendaraan. Hasil analisa diperoleh kebutuhan ruang parkir kendaraan di Roxy Squae pada hari kerja hanya 35% dari kebutuhan ruang parkir pada hari libur. Sehingga perlu dilakukan strategi pengaturan parkir pada hari kerja dan hari libur. Di area yang tersedia terdapat 3 zona parkir. Sehingga dilakukan sistem buka tutup zona serta pengaturan parkir yang efisien sesuai kebutuhan parkir harian.

## PENDAHULUAN

Roxy Square merupakan salah satu pusat perbelanjaan di Kabupaten Jember yang memiliki potensi besar untuk di kembangkan, antusias masyarakat terhadap Roxy Square cukup tinggi untuk mengunjungi pusat perbelanjaan ini. Penyediaan fasilitas parkir merupakan salah satu permasalahan, ini terbukti beberapa kali mengalami perubahan pengaturan ruang parkir selama pusat perbelanjaan ini didirikan. Roxy Square memiliki ruang luar yang cukup luas untuk menampung kebutuhan ruang parkir pengunjunnya, berbeda dengan pusat perbelanjaan lain di Kabupaten Jember yang kebanyakan menggunakan badan jalan sebagai tempat untuk Parkir. Sehingga diperlukan perencanaan dan manajemen pengaturan parkir di dalam area.

Roxy Square Jember saat ini menyediakan dua zona parkir. Zona pertama digunakan untuk parkir kendaraan roda dua dan zona kedua digunakan untuk parkir kendaraan roda empat. Dengan pengaturan yang ada, tidak memberikan informasi yang jelas pada pengunjung, baik penempatan parkir maupun sirkulasinya. Pada hari tertentu lahan parkir yang ada tidak dapat menampung kendaraan yang masuk. Sehingga pada penelitian ini akan dikaji mengenai efektifitas penyediaan lahan parkir di Roxy Square. Analisa dilakukan dengan meninjau karakteristik parkir pada pusat perbelanjaan yang diaplikasikan pada kondisi

eksisting. Dari hasil analisis akan disajikan beberapa solusi yang dinilai efektif untuk mengatur fasilitas parkir kendaraan. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan lahan yang digunakan sebagai lahan parkir kendaraan serta memberi kenyamanan bagi pengunjung Roxy Square Jember.

## **METODELOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan untuk mendapatkan kebutuhan ruang parkir serta perencanaan fasilitas parkir adalah observasi dan analisis. Metode observasi dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan, dengan cara pengambilan data survai secara langsung di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting yang terjadi di lapangan. Metode analisis dilakukan berdasarkan perhitungan Satuan Ruang Parkir (SRP) pusat perbelanjaan dan berdasarkan selisih terbesar antara kedatangan dan keberangkatan kendaraan.

### **Tahap penelitian**

Tahap penelitian yang dilakukan adalah :

1. Pengumpulan data, data yang digunakan adalah data masuk dan keluar kendaraan baik roda dua dan roda empat, dengan cara survai plat nomot kendaraan di lokasi studi
2. Pengolahan data untuk mencari karakteristik parkir, yaitu : volume parkir, akumulasi parkir, durasi parkir, angka pergantian parkir, kapasitas parkir, penyediaan ruang parkir dan indeks parkir. Pengolahan data ini menggunakan teori dan rumus-rumus yang telah ada dengan tujuan menganalisis efektifitas fasilitas parkir yang di sediakan Roxy Square Jember
3. Membuat sebuah pengaturan dari hasil penelitian untuk mengoptimasi penyediaan fasilitas parkir di pusat perbelanjaan Roxy Square Jember
4. Menarik kesimpulan dari semua hasil penelitian yang telah dilakukan.

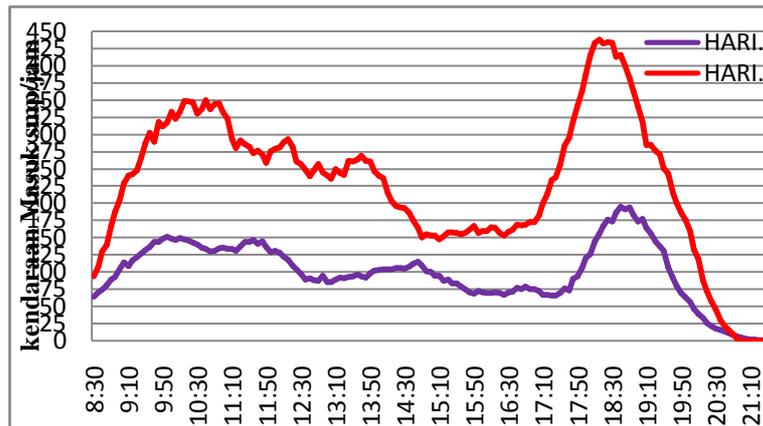
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Parkir**

Untuk merencanakan lahan parkir di perlukan informasi mengenai karakteristik parkir yang terjadi pada kondisi eksisting lahan parkir yang tersedia. Menurut Tamin (2003) karakteristik parkir meliputi, volume parkir, akumulasi parkir, durasi parkir, angka pergantian parkir, kapasitas parkir. Berikut merupakan karakteristik parkir di area parkir Roxy Square Jember.

### **Volume Parkir**

Volume parkir merupakan jumlah kendaraan yang masuk dan menjadi beban parkir per periode tertentu. Volume parkir merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kebutuhan lahan parkir. Berikut merupakan volume kendaraan yang masuk dalam SMP/Jam lahan parkir Roxy Square Jember.



**Gambar 1.** Volume Kendaraan Masuk Lahan Parkir Roxy Square dalam smp/jam

berikut merupakan data volume kendaraan per jam masuk dan keluar lahan parkir Roxy Square Jember.

**Tabel 1.** Kendaraan Masuk dan keluar area parkir Roxy Square Perjam

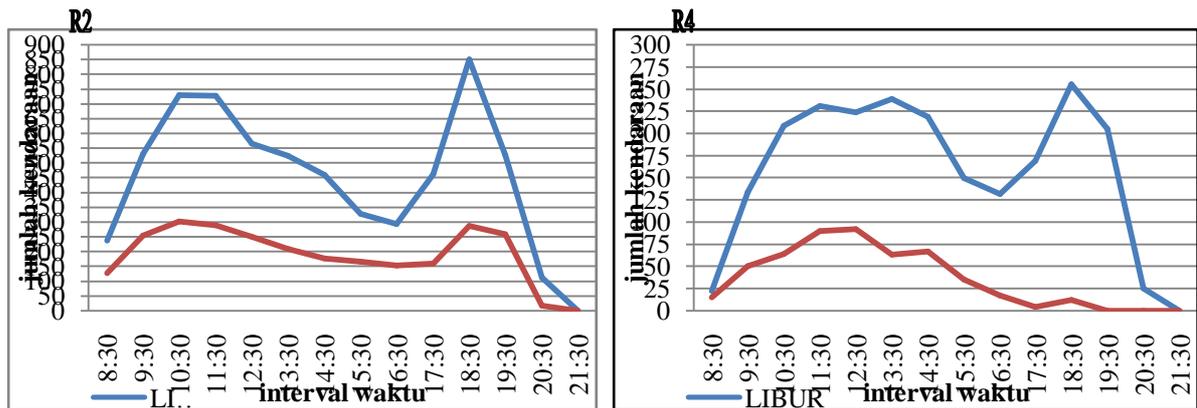
No	Waktu	LIBUR				KERJA			
		Roda 2		Roda 4		Roda 2		Roda 4	
		masuk	Keluar	masuk	Keluar	masuk	keluar	masuk	keluar
1	8:30 - 9:30	256	18	29	7	166	39	22	7
2	9:30 - 10:30	502	208	161	49	279	152	62	27
3	10:30 - 11:30	594	396	181	106	302	253	64	50
4	11:30 - 12:30	456	457	168	146	191	204	96	70
5	12:30 - 13:30	235	399	198	205	139	178	62	60
6	13:30 - 14:30	384	424	164	149	88	130	71	100
7	14:30 - 15:30	182	248	147	167	126	158	73	69
8	15:30 - 16:30	146	276	120	189	100	111	58	90
9	16:30 - 17:30	161	196	118	136	85	98	49	67
10	17:30 - 18:30	351	182	168	131	94	88	46	59
11	18:30 - 19:30	750	362	245	158	324	195	92	84
12	19:30 - 20:30	401	726	150	201	231	259	73	85
13	20:30 - 21:30	92	507	22	202	67	311	0	0
14	21:30 - 22:30	0	111	0	25	0	16	0	0
Total		4510		1871		2192		768	

Sumber: data survai 2014

Dari tabel 1, di dapat kendaraan masuk Roxy Square maksimal pada hari libur sebesar 750 unit kendaraan roda dua dan 245 unit kendaraan roda empat. Sedangkan untuk hari kerja 324 unit kendaraan roda dua dan 96 unit kendaraan roda empat. Dari sini terlihat perbedaan jumlah volume kendaran yang masuk lahan parkir Roxy Square Jember yang signifikan pada hari oprasional kerja dan libur

### **Akumulasi parkir**

Berikut merupakan grafik Akumulasi kendaraan Roxy Square Jember.



**Gambar 2.** Grafik akumulasi Parkir Kendaraan roda dua dan empat Roxy Square.

Gambar 2 menunjukkan perbandingan jumlah akumulasi parkir kendaraan roda empat dan roda dua, terlihat perbedaan akumulasi parkir yang signifikan antara hari kerja dan hari libur sebesar  $\pm 65\%$ . Jika disediakan sebanyak 850 ruang parkir, maka pelataran parkir Roxy Square akan penuh pada interval waktu 10.30 – 13.30 dan 18.30 – 20.30 wib. Akan tetapi pada interval waktu 8.30 – 10.30 wib akan tersedia ruang parkir kosong, begitu pula pada interval waktu 15.30 – 18.30 wib.

Sedangkan untuk kendaraan roda empat apabila disediakan ruang parkir sebanyak 260 ruang parkir, area parkir Roxy Square akan terisi penuh di hari libur pada pukul 11.30-14.30 Wib dan 18.30–19.30 Wib. Dengan kata lain lahan parkir Roxy Square hanya terisi penuh selama 5 jam, dari total waktu 14 jam oprasional. Sedangkan pada saat hari kerja akan terjadi banyak kekosongan ruang parkir.

Melihat Kondisi tersebut, ruang parkir yang disediakan Roxy Square Jember kurang efisien jika dilihat dari kebutuhan ruang parkir yang telah ada. Kondisi inilah yang terjadi di area parkir Roxy Square Jember. Untuk itu dibutuhkan sebuah pengaturan guna mengoptimasi lahan serta pelayanan parkir di Roxy Square Jember.

### **Durasi Parkir**

Durasi parkir adalah lama waktu yang dihabiskan oleh kendaraan parkir, pada ruang parkir yang tersedia. Berikut merupakan durasi parkir kendaraan yang beraktifitas di lahan parkir Roxy Square Jember selam jam oprasionalnya.

**Tabel 2.** Durasi Parkir Kendaraan Roxy Square Jember.

No	Durasi Parkir (menit)	Roda 2 Persentase (%)	Roda 4 persentase (%)
1	0-15	6,94	9,57
2	15-30	9,20	7,75
3	30-45	12,68	9,62
4	45-60	17,89	12,24
5	60-75	20,93	12,77
6	75-90	11,20	10,48
7	90-105	7,29	10,15
8	105-120	3,50	7,80
9	120-135	2,82	6,31
10	135-150	2,35	5,18
11	150-165	2,24	3,21
12	165-180	0,89	2,08
13	180-195	0,51	0,91

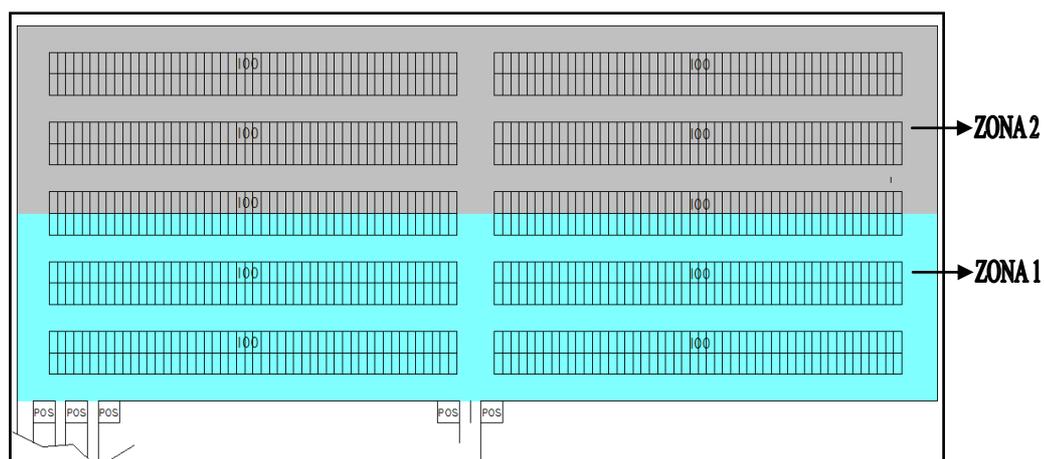
No	Durasi Parkir (menit)	Roda 2 Persentase (%)	Roda 4 persentase (%)
14	195-210	0,44	0,43
15	210-225	0,24	0,43
16	225-240	0,24	0,32
17	240-255	0,11	0,21
18	255-270	0,18	0,11
19	270-285	0,13	0,11
20	285-300	0,20	0,05
21	> 300		0,27
Total		100	100
Rata-rata durasi		70 menit	81 menit

Sumber: data hasil survai dan analisis (2014)

Tabel 2 menjelaskan durasi parkir rata-rata kendaraan roda dua dan empat, dengan durasi rata-rata parkir kendaraan roda dua selama 71 menit dan 81 menit ntuk kendaraan roda empat. Durasi rata-rata parkir yang terjadi tidak memiliki perbedaan signifikan antara kendaraan roda dua dan empat. Rata-rata durasi parkir kendaraan di Roxy Square selama 1 hingga 1,5 jam.

Dari hasil penelitian dibuat beberapa pilihan pengaturan untuk mengoptimasi pelayanan fasilitas parkir kendaran di area parkir Roxy Square Jember, berikut merupakan pengaturan tersebut :

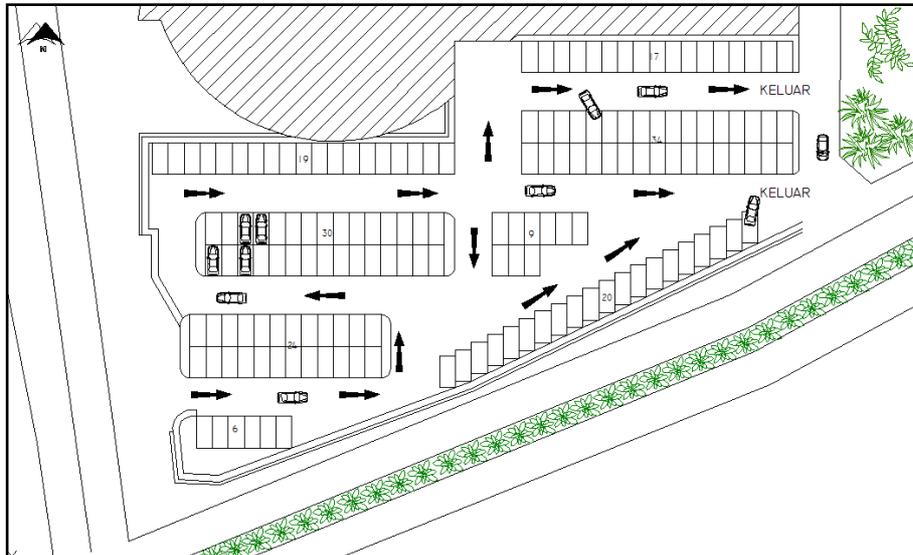
pengaturan 1, pada gambar 3 kendaraan roda dua di letakan di halaman belakang Roxy Square, dengan pembagian 2 zona. Zona 1 adalah zona permanen, dimana akan selalu terbuka untuk permintaan ruang parkir pengunjung. Sedangkan zona 2 adalah zona candangan yang akan di buka ketika kebutuhan ruang parkir pada zona 1 tidak mencukupi. Dengan luas lahan yang di gunakan sebesar 2.968m<sup>2</sup>. pengatutan ini dapat menampung SRP sebanyak 500 unit pada setiap zonanya. Dengan total ruang parkir yang ada dan pembagian zona, maka tidak ada ruang parkir yang kosong serta, tertatanya kendaraan yang parkir sehingga memberi kemudahan dalam pengawasan keaman kendaran.



**Gambar 3.** Pengaturan 1 Kendaraan Roda Dua

pengaturan 2, pada gambar 4 parkir kendaraan roda empat di letakan di halaman depan Roxy Square, dengan sudut 90<sup>0</sup>, sudut ini dipilih karena luas lahan halaman deapan Roxy Square Jember terbatas, dengan sudut ini penggunaan Lahan akan efisien untuk menampung banyak ruang parkir. Lahan parkir ini dijadikan sebagai lahan parkir yang permanen, artinya akan terbuka buka terus untuk menampung permintaan ruang parkir

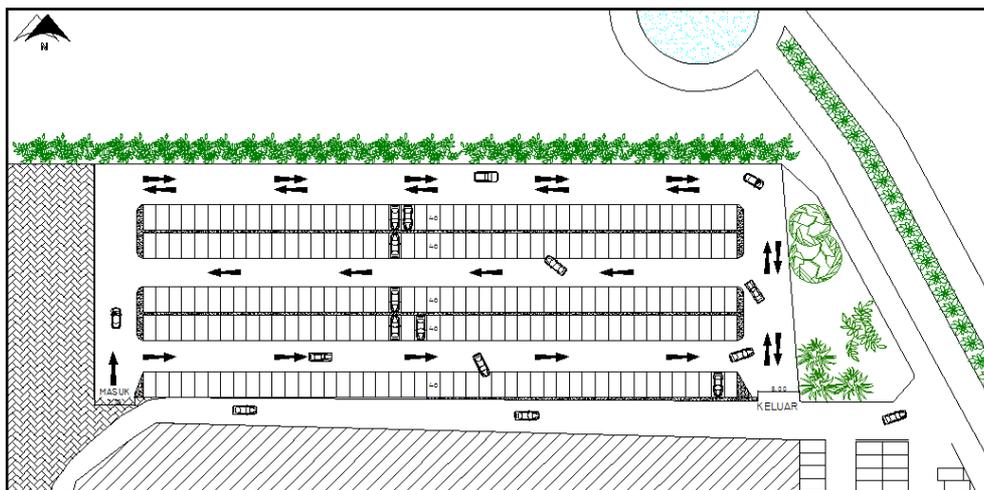
kendaraan roda empat pengunjung setiap harinya. Dengan luas lahan sebesar 3.793 M<sup>2</sup> halaman depan ini dapat menampung sebanyak 153 unit kendaraan roda empat, Namun jumlah ini masi belum bisa mencukupi permintaan parkir pada hari libur.



Gambar 4. Pengaturan 2 Kendaraan Roda Empat

Pengaturan 3, halaman samping Roxy Square Jember menjadi pilihan yang di nilai tepat untuk meletakkan parkir kendaraan roda empat. Halaman Samping Roxy Square Jember ini memiliki luas 6.133 M<sup>2</sup>. Dalam pengaturan 3 ini, di buat 2 sekenario pilihan peletakan kendaraan, sekenario A menggunakan sudut 90<sup>0</sup> dan sekenario B menggunakan sudut 45<sup>0</sup>.

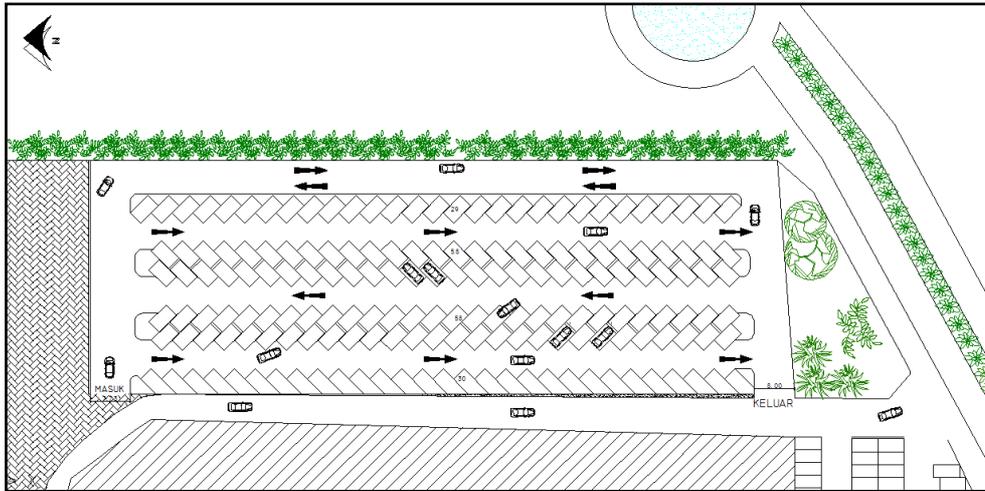
sudut 90 ini di pilih karena efisiensinya dalam penggunaan lahannya, dengan sudut ini sekenario 3 dapat menampung SRP sebanyak 230 unit kendaran. Berikut gambar 5 pengatiuran 3 dengan sekenario A.



Gambar 5. Pengaturan 3 sekenario A

Sedangkan untuk sekenario B dipilih sudut 45<sup>0</sup> dengan tujuan memberi kemudahan bagi para pengendara saat bermanufer. Dengan menggunakan sudut ini, ruang parkir yang tertampung sebanyak 175 unit. Apabila di tambah dengan pengaturan 2 total ruang parkir

yang tersedia masih dapat memenuhi permintaan ruang parkir kendaraan pada hari libur. Berikut gambar 6



Gambar 6. Pengaturan 3skenario B

## KESIMPULAN

Kebutuhan ruang parkir Roxy Square antara hari kerja dan hari libur memiliki perbedaan yang signifikan. Kebutuhan ruang parkir kendaraan roda dua pada hari libur sebesar 851 unit ruang parkir. Sedangkan untuk hari kerja hanya sebanyak 303 unit ruang parkir. Kebutuhan ruang parkir kendaraan roda dua pada hari kerja hanya 35% dari hari libur.

Sama halnya untuk kendaraan roda empat, kebutuhan ruang parkir pada hari libur sebanyak 256 unit, dan 92 unit kendaraan roda empat pada hari kerja. Selisih kebutuhan ruang parkir pada hari kerja sebesar 35,9% dari hari libur.

Durasi parkir kendaraan yang beraktivitas di lahan parkir Roxy Square Jember baik roda dua maupun roda empat tidak mengalami perbedaan yang signifikan pada hari kerja dan hari libur yakni selama 1 jam hingga 1,5 jam.

Ketersediaan ruang parkir di Roxy Square Jember sudah memenuhi permintaan kebutuhan ruang parkir pada hari libur. Ini terbukti dengan tidak adanya kendaraan parkir yang tertolak pada saat akumulasi maksimal parkir terjadi. Namun terjadi kekosongan ruang parkir yang cukup banyak pada hari kerja. Ini disebabkan karena adanya perbedaan permintaan ruang parkir yang signifikan antara hari kerja dan hari libur. Keadaan ini dinilai kurang efisien dalam penyediaan ruang parkir. Dibutuhkan sebuah pengaturan guna mengoptimasi lahan serta pelayanan parkir di Roxy Square Jember. Dengan pengaturan yang telah dibuat, diharapkan memberikan pelayanan fasilitas parkir lebih optimal serta memberi kemudahan bagi pengelola dan pengunjung yang datang ke pusat perbelanjaan Roxy Square Jember.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1996. *Pedoman teknis penyelenggaraan fasilitas parkir*. Jakarta : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Hendarto, Sri dan Harun Al Rasyid, 2001, *Dasar-Dasar Transportasi*, ITB, Bandung
- Hobbs, F.D, 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Munawar, Ahmad, 2005, *Dasar-Dasar Teknik Transportasi*, Beta Offset, Yogyakarta
- Tamin, ofyar Z. 2002. *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. ITB, Bandung
- Warpani, Suwarjoko, 1990, *Merencanakan Sistem Perangkutan*, ITB, Bandung

## **ANALISIS PERILAKU BERKENDARA PADA TITIK *U-TURN* DI KOTA PALANGKA RAYA (STUDI KASUS JALAN TJILIK RIWUT – JALAN YOS SUDARSO – JALAN AKHMAD YANI)**

**Ina Jaridieni**  
Mahasiswi Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya  
Hp. +6285252914970  
Fax. (0536) 3226487  
[Inangindra@yahoo.com](mailto:Inangindra@yahoo.com)

**Desriantomy**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya  
Hp. +6281352766899  
Fax. (0536) 3226487  
[desriantomy@yahoo.co.id](mailto:desriantomy@yahoo.co.id)

**Desi Riani**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya  
Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya  
Hp. +6285216575859  
Fax. (0536) 3226487  
[desiriani@yahoo.com](mailto:desiriani@yahoo.com)

### **Abstract**

Tjilik Riwut, Yos Sudarso and Akhmad Yani streets are main road in Palangka Raya city. On that streets there are many shopping malls, shops, offices and schools. Because of that many activities on the side of the road around the u-turn point, making the roads are often congested lane in the direction of flow and the lane in the opposite direction, so that when the rider wants to do a rotating direction, the vehicle needs to do a normal approach as reduce speed or stop. This study aims to determine the driving behavior when turning direction and the driving behavior that could potentially cause traffic accidents at u-turn point, then to know the potential of accidents and to investigate the mathematical model between the average time of vehicle doing the twist direction with traffic volume on the streets. Based on analysis, there are seven dominant driving behavior while doing the twist direction, three of them are potentially cause accident i.e. do the twist direction against flow of traffic, rotate toward at the point that is prohibited as well as cross vehicle the same rotating direction without regard to other vehicle was speeding. The biggest accident potential is 18.070% by motor cycles at Tjilik Riwut street while the best mathematical model is exponential equation at Akhmad Yani street.

**Keywords:** *driving behavior, twist direction, u-turn point, regression equation.*

### **Abstrak**

Jalan Tjilik Riwut, Yos Sudarso dan Akhmad Yani merupakan jalan utama di Kota Palangka Raya. Pada jalan-jalan tersebut terdapat banyak tempat perbelanjaan, pertokoan, kantor dan sekolah. Banyaknya aktifitas pada samping jalan di sekitar titik *u-turn*, membuat jalan-jalan tersebut sering kali mengalami kemacetan pada arus lajur searah maupun lajur yang berlawanan arah, sehingga pada saat pengendara ingin memutar arah, kendaraan perlu melakukan pendekatan secara normal seperti mengurangi kecepatan atau berhenti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku berkendara pada saat memutar arah dan perilaku yang berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas pada titik *u-turn*, mengetahui besar potensi kecelakaan yang ditimbulkan serta untuk mengetahui model matematis yang menghubungkan waktu rata-rata kendaraan melakukan gerakan memutar arah dengan volume lalu lintas pada jalan-jalan tersebut. Berdasarkan analisis, terdapat tujuh perilaku berkendara yang dominan saat melakukan gerakan memutar arah, tiga diantaranya berpotensi menimbulkan kecelakaan yaitu melakukan gerakan memutar arah melawan arus lalu lintas, memutar arah pada titik yang dilarang serta menyalib kendaraan yang sama-sama sedang memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan lain yang sedang melaju. Potensi kecelakaan terbesar 18,070% untuk *motor cycles* pada Jalan Tjilik Riwut, sedangkan model matematis terbaik adalah persamaan *exponential* pada Jalan Akhmad Yani.

**Kata kunci:** *perilaku berkendara, gerakan memutar arah, titik u-turn, persamaan regresi.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Jalan sebagai salah satu prasarana perhubungan darat, mempunyai fungsi dasar memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas serta rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan. Pada jalan perkotaan dengan median, dibutuhkan bukaan median yang dibuat sebagai kebutuhan khusus untuk kendaraan melakukan gerakan memutar arah. Titik *u-turn* (memutar balik) adalah salah satu cara pemecahan dalam manajemen lalu lintas arteri kota.

Fasilitas *u-turn* tidak secara keseluruhan mengatasi masalah konflik, sebab *u-turn* juga akan menimbulkan permasalahan konflik tersendiri dalam bentuk hambatan terhadap arus lalu lintas searah dan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Perilaku masyarakat Kota Palangka Raya dalam berkendara selalu berbeda-beda, perilaku yang kurang taat pada peraturan lalu lintas, khususnya pada titik *u-turn*, dapat berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas.

Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani merupakan jalan perkotaan yang sering dilalui masyarakat kota Palangka Raya dalam melakukan rutinitas sehari-hari. Pada jalan-jalan tersebut terdapat banyak tempat perbelanjaan, pertokoan, kantor dan sekolah. Karena banyaknya aktifitas pada samping jalan di sekitar titik *u-turn*, membuat jalan-jalan tersebut sering kali mengalami kemacetan pada arus lajur searah maupun lajur yang berlawanan arah, sehingga pada saat pengendara ingin melakukan gerakan memutar arah, kendaraan perlu melakukan pendekatan secara normal seperti mengurangi kecepatan atau berhenti. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perilaku seseorang dalam berkendara pada titik *u-turn* yang berlokasi pada Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani.

### Rumusan Masalah

1. Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat ditarik beberapa rumusan masalah sebagai berikut:
2. Bagaimana perilaku berkendara masyarakat saat memutar arah pada titik *u-turn*?
3. Bagaimana perilaku berkendara masyarakat yang berpotensi menimbulkan kecelakaan pada saat memutar arah pada titik *u-turn*?
4. Berapa besar potensi kecelakaan yang ditimbulkan dari perilaku-perilaku berkendara masyarakat pada saat memutar arah pada titik *u-turn*?
5. Bagaimana model matematis persamaan regresi yang menghubungkan waktu rata-rata masyarakat melakukan gerakan memutar arah dengan volume lalu lintas?

### Batasan Masalah

Untuk memberikan arahan yang lebih jelas serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka perlu adanya pembatasan permasalahan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

Penelitian ini hanya menganalisis perilaku berkendara di titik *u-turn* pada Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani sesuai dengan yang telah ditentukan. Penelitian di Jalan Tjilik Riwut dilakukan pada titik *u-turn* di depan kawasan Pasar Kahayan, Jalan Yos Sudarso pada titik *u-turn* di depan Kantor Balai Konservasi Sumber Daya Alam Kalimantan Tengah dan pada Jalan Akhmad Yani pada titik *u-turn* di depan Plaza Telkom.

Titik u-turn pada ruas Jalan Yos Sudarso hanya diambil yang menuju ke arah traffic light. Penelitian ini tidak meninjau karakter atau tingkat emosional pengendara, serta tidak membahas masalah pengaruh u-turn terhadap kapasitas jalan dan derajat kejenuhan. Survei dilakukan dengan cara observasi lapangan.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengetahui perilaku berkendara masyarakat pada titik *u-turn* pada Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani.

Mengetahui perilaku berkendara masyarakat yang berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas pada titik *u-turn*.

Mengetahui besar potensi kecelakaan yang ditimbulkan dari perilaku-perilaku berkendara masyarakat pada saat memutar arah pada titik *u-turn*.

Mengetahui model matematis yang menghubungkan waktu rata-rata kendaraan melakukan gerakan *u-turn* dengan volume lalu lintas pada Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani.

## **METODE PENELITIAN**

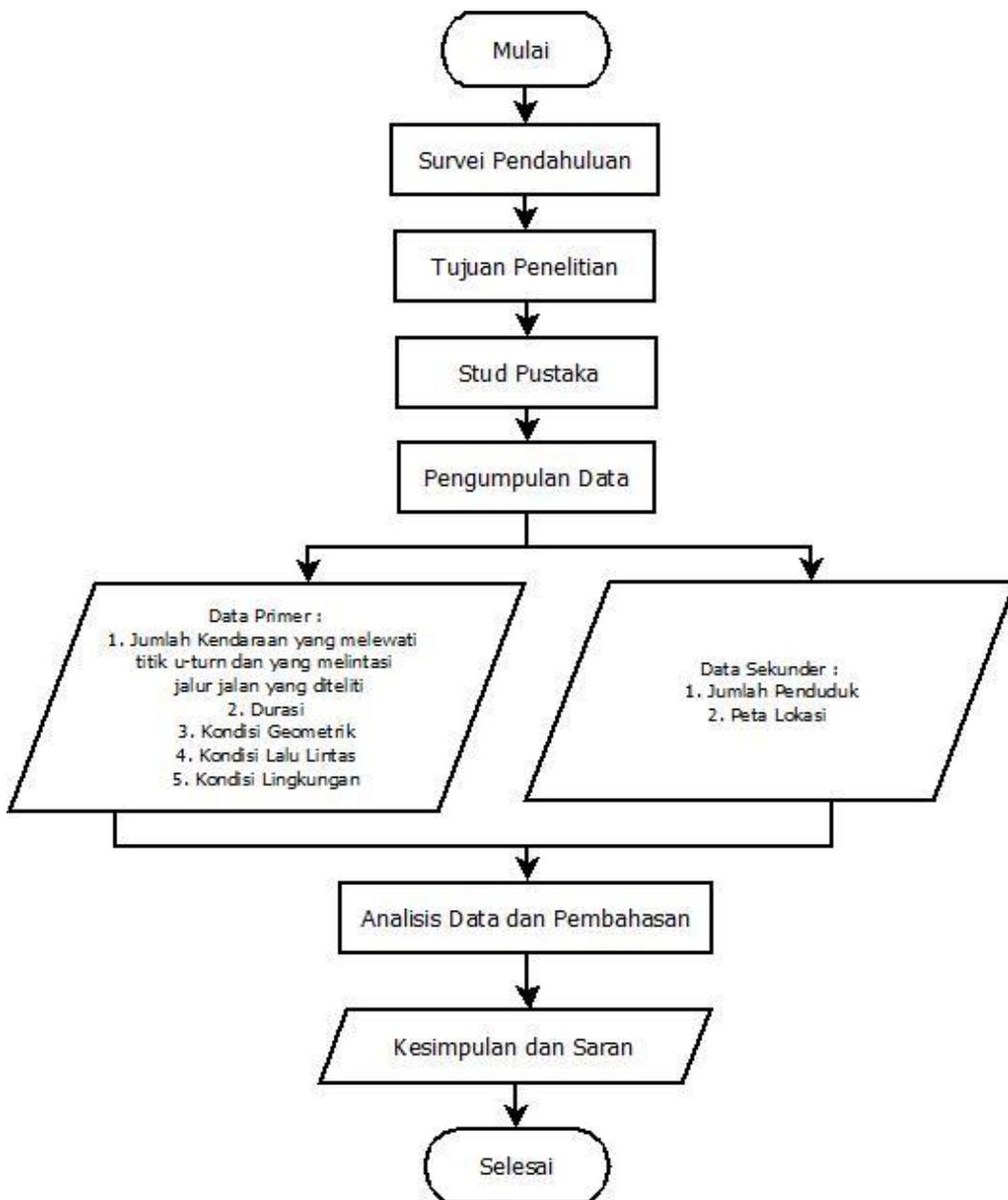
### **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan survei menggunakan video kamera/*handycam* untuk melihat perilaku-perilaku masyarakat berkendara pada saat memutar arah. Penelitian dilakukan selama 4 (empat) hari, yaitu hari Selasa, Jumat, Sabtu, dan Minggu, pada pukul 06.30-16.30 WIB untuk periode jam sibuk Pagi pukul 06.30-07.30 WIB, periode jam sibuk Siang pukul 12.00-13.00 WIB, periode jam sibuk Sore pukul 15.30-16.30 WIB. Khusus pada penelitian hari Minggu di Jalan Yos Sudarso pada pukul 06.30-07.30 tidak diadakan karena adanya hari bebas kendaraan (*car free day*).

Dalam pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa data yang diperoleh langsung melalui observasi dan survei di lapangan dan data sekunder diperoleh dari instansi Pemerintah terkait.

1. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :
  - a. Jumlah kendaraan yang melewati titik *u-turn* dan yang melintasi jalur Jalan Tjilik Riwut, Jalan Yos Sudarso dan Jalan Akhmad Yani.
  - b. Durasi
  - c. Kondisi geometrik
  - d. Kondisi lingkungan
  - e. Kondisi lalu lintas
2. Data sekunder yang akan dikumpulkan adalah:
  - a. Data jumlah penduduk Kota Palangka Raya, diperoleh dari BPS (Biro Pusat Statistik) Kota Palangka Raya.

Peta lokasi penelitian, diperoleh dari Bidang Bina Marga Dinas PU Provinsi Kalimantan Tengah



**Gambar 1** Bagan Alir Penelitian

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Data dan Pembahasan

#### ***Perilaku masyarakat berkendara pada titik u-turn.***

Pada rekaman video saat dilakukan penelitian pada Jalan Akhmad Yani, Jalan Tjilik Riwut dan Jalan Yos Sudarso, pada umumnya perilaku masyarakat pada saat ingin melakukan *u-turn* adalah sebagai berikut.

1. Pada jarak yang jauh sudah mendekati kendaraan pada median dan memperlambat laju kendaraan dengan menyalakan lampu *sign*.
2. Pada jarak yang jauh sudah mendekati kendaraan pada median dan memperlambat laju kendaraan tanpa menyalakan lampu *sign*.
3. Berhenti pada lajur kiri dan menyeberang ke titik *u-turn* pada saat volume lalu lintas berkurang dengan menyalakan lampu *sign*.
4. Berhenti pada lajur kiri dan menyeberang ke titik *u-turn* pada saat volume lalu lintas berkurang tanpa menyalakan lampu *sign*.
5. Melambatkan tangan saat menyeberang menuju ke titik *u-turn* dengan menyalakan lampu *sign*.
6. Melawan arus lalu lintas saat ingin melakukan *u-turn*.
7. Memutar arah pada titik yang dilarang melakukan gerakan memutar arah.
8. Mendadak melakukan gerakan memutar arah pada saat kendaraan melaju cepat tanpa menyalakan lampu *sign*.
9. Mendadak melakukan gerakan memutar arah pada saat kendaraan melaju cepat dengan menyalakan lampu *sign*.
10. Memainkan *handphone* pada saat ingin memutar arah.
11. Saat menuju ke titik *u-turn* hanya mengandalkan lampu *sign* saja, tanpa memperhatikan pengendara lain yang sedang melaju.
12. Menyeberang melewati titik *u-turn* dari arah yang berlawanan dengan menerobos kendaraan-kendaraan yang sedang memutar arah.
13. Batal melakukan gerakan memutar arah dan kembali ke arah jalur sebelumnya setelah berada di titik *u-turn*.
14. Menyeberang melewati titik *u-turn* dan melawan arus lalu lintas.
15. Menyalip kendaraan lain yang sama-sama sedang ingin memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan lain yang sedang melaju cepat.
16. Memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan dari arah yang berlawanan.

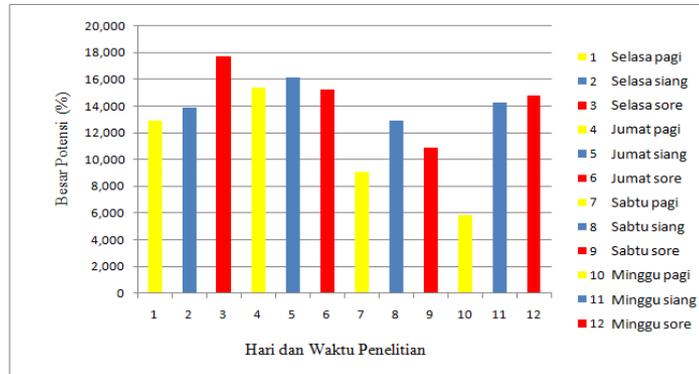
#### ***Perilaku yang berpotensi menimbulkan kecelakaan pada saat ingin melakukan gerakan memutar arah.***

Dari perilaku-perilaku berkendara masyarakat pada umumnya, yang berpotensi menimbulkan kecelakaan adalah sebagai berikut.

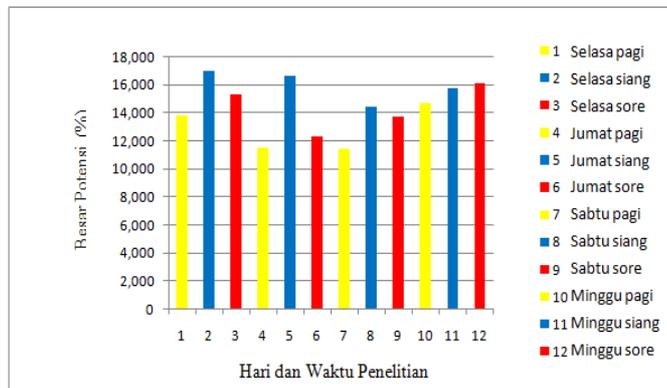
1. Memutar arah dengan melawan arus dan pada titik yang dilarang melakukan gerakan memutar arah.
2. Mendadak melakukan gerakan memutar arah pada saat kendaraan melaju cepat tanpa menyalakan lampu *sign*.
3. Saat menuju ke titik *u-turn* hanya mengandalkan lampu *sign* saja, tanpa memperhatikan pengendara lain yang sedang melaju.
4. Memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan dari arah yang berlawanan.
5. Menyalip kendaraan lain yang sama-sama ingin memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan lain yang sedang melaju cepat.

**Besar potensi kecelakaan.**

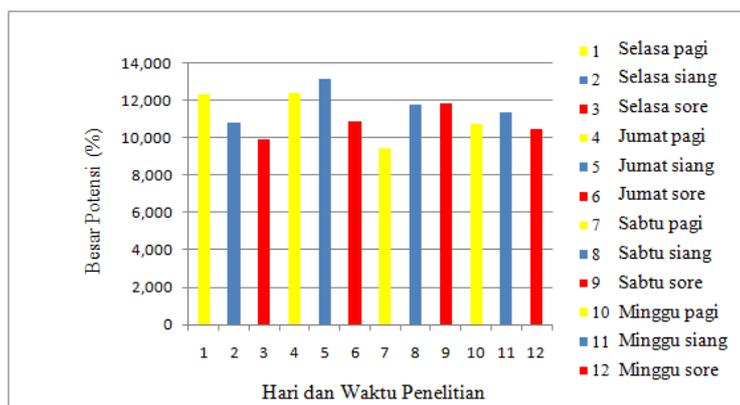
Besar potensi kecelakaan yang ditimbulkan dari perilaku-perilaku berkendara masyarakat di titik *u-turn* seperti yang sudah diuraikan di atas, dalam persentasinya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



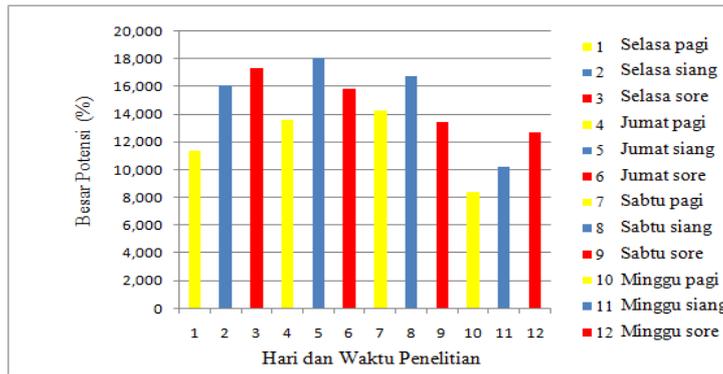
**Gambar 2** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Akhmad Yani (Light Vehicles, LV)



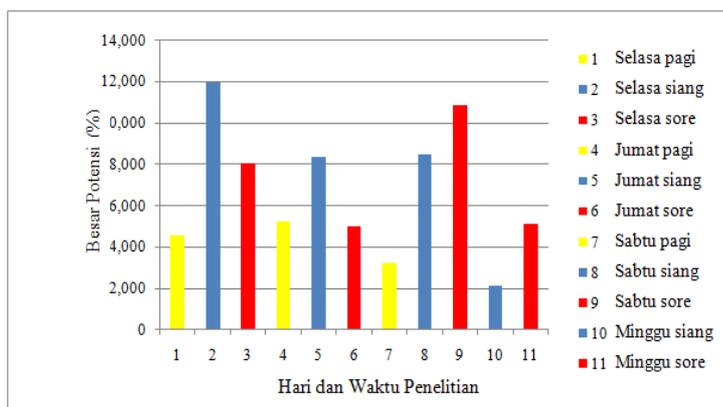
**Gambar 3** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Akhmad Yani (Motor Cycles, MC)



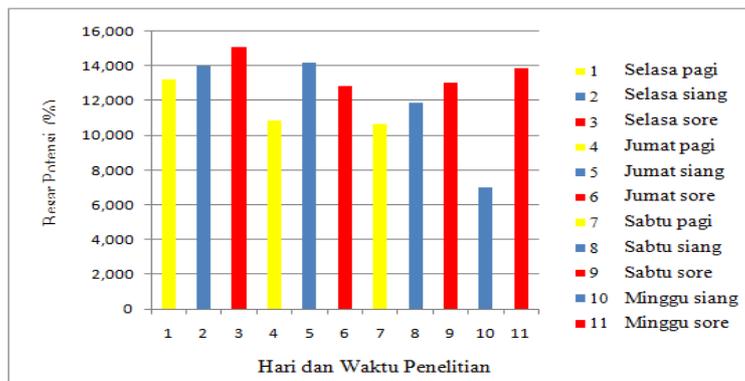
**Gambar 4** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Tjilik Riwut (Light Vehicles, LV)



**Gambar 5** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Tjilik Riwut (Motor Cycles, MC)



**Gambar 6** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Yos Sudarso (Light Vehicles, LV)



**Gambar 7** Grafik Besar Potensi Kecelakaan pada Jalan Yos Sudarso (Motor Cycle, MC)

Berdasarkan perhitungan besar potensi kecelakaan dari ketiga jalan tersebut, untuk Jalan Akhmad Yani kendaraan *light vehicles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 17,647% pada hari Selasa pukul 15.30 WIB – 16.30 WIB, kemudian untuk Jalan Tjilik Riwut kendaraan *motor cycles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 18,070% pada hari Jumat pukul 12.00 WIB – 13.00 WIB dan untuk Jalan Yos Sudarso kendaraan *motor cycles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 15,094% pada hari Selasa pukul 15.30 WIB – 16.30 WIB.

### Model persamaan regresi

Dari hasil perhitungan regresi dengan menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) dan yang kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan yang menggunakan *Microsoft excel*, ternyata didapatkan permodelan matematis yang menghubungkan antara waktu rata-rata kendaraan melakukan gerakan memutar arah dengan volume lalu lintas untuk tiga lokasi yang menjadi tempat penelitian yaitu Jalan Akhmad Yani, Jalan Tjilik Riwut dan Jalan Yos Sudarso adalah sama. Persamaan-persamaan regresi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 1** Model Persamaan Regresi

Nama Jalan	Model Regresi	R	R <sup>2</sup>	Standart Error	Persamaan
Jalan Akhmad Yani	Linear	0,817	0,6675	1,901	$\hat{Y} = 0,021x + 1,376$
	Logaritmik	0,813	0,6603	1,921	$\hat{Y} = 16,441\ln(x) - 91,907$
	Quadratic	0,817	0,6683	2,001	$\hat{Y} = 6,175 \cdot 10^{-6}x^2 + 0,010x + 5,4195$
	Power	0,794	0,6296	0,115	$\hat{Y} = 0,037x^{0,922}$
	Exponential	<b>0,796</b>	<b>0,6330</b>	<b>0,115</b>	$\hat{Y} = 6,994e^{0,001x}$
Jalan Tjilik Riwut	Linear	0,333	0,1108	2,780	$\hat{Y} = 0,004x + 15,577$
	Logaritmik	0,364	0,1325	2,746	$\hat{Y} = 4,546\ln(x) - 11,717$
	Quadratic	0,429	0,1837	2,808	$\hat{Y} = -1,263 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,031x + 1,575$
	Power	<b>0,414</b>	<b>0,1716</b>	<b>0,126</b>	$\hat{Y} = 3,653x^{0,242}$
	Exponential	0,384	0,1476	0,127	$\hat{Y} = 15,588e^{0,0002x}$
Jalan Yos Sudarso	Linear	0,544	0,2961	1,604	$\hat{Y} = 0,010x + 6,556$
	Logaritmik	0,577	0,3327	1,562	$\hat{Y} = 5,739\ln(x) - 24,341$
	Quadratic	0,650	0,4229	1,541	$\hat{Y} = -5,762 \cdot 10^{-3}x^2 + 0,077x - 12,507$
	Power	<b>0,606</b>	<b>0,3667</b>	<b>0,130</b>	$\hat{Y} = 0,458x^{0,514}$
	Exponential	0,571	0,3265	0,134	$\hat{Y} = 7,294e^{0,001x}$

Sumber: Hasil Perhitungan (2014)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Perilaku berkendara masyarakat yang dominan saat melakukan gerakan memutar arah adalah:
  - a. Pada jarak yang jauh sudah mendekatkan kendaraan pada median dan memperlambat laju kendaraan dengan menyalakan lampu *sign*.
  - b. Berhenti pada lajur kiri dan menyeberang ke titik *u-turn* pada saat volume lalu lintas berkurang dengan menyalakan lampu *sign*.
  - c. Melambatkan tangan saat menyeberang menuju ke titik *u-turn* dengan menyalakan lampu *sign*.
  - d. Melawan arus lalu lintas saat ingin melakukan gerakan memutar arah.
  - e. Memutar arah pada titik yang dilarang melakukan gerakan memutar arah.
  - f. Menyeberang melewati titik *u-turn* dan melawan arus lalu lintas.

- g. Menyalip kendaraan lain yang sama-sama sedang ingin memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan lain yang sedang melaju cepat.
2. Berdasarkan perilaku masyarakat yang dominan saat memutar arah, perilaku yang berpotensi menimbulkan kecelakaan adalah:
  - a. Melawan arus lalu lintas saat ingin melakukan gerakan memutar arah.
  - b. Memutar arah pada titik yang dilarang melakukan gerakan memutar arah.
  - c. Menyalip kendaraan lain yang sama-sama sedang ingin memutar arah tanpa memperhatikan kendaraan lain yang sedang melaju cepat.
3. Berdasarkan perhitungan besar potensi kecelakaan dari ketiga jalan yang menjadi titik penelitian, untuk Jalan Akhmad Yani kendaraan *light vehicles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 17,647%, kemudian untuk Jalan Tjilik Riwut kendaraan *motor cycles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 18,070% dan untuk Jalan Yos Sudarso kendaraan *motor cycles* adalah kendaraan yang paling berpotensi menimbulkan kecelakaan dengan potensi sebesar 15,094%.
4. Dari perhitungan didapatkan model persamaan regresi yang menghubungkan antara waktu rata-rata kendaraan melakukan gerakan memutar arah dengan volume lalu lintas yang didapat berdasarkan nilai R tertinggi dan nilai standart error terendahnyaitu untuk Jalan Akhmad Yani model matematisnya adalah regresi *exponential* dengan persamaan  $\hat{Y} = 6,994e^{0,001x}$ , untuk Jalan Tjilik Riwut model matematisnya adalah regresi *power* dengan persamaan  $\hat{Y} = 3,653x^{0,242}$  dan Jalan Yos Sudarso model matematisnya adalah regresi *Power* dengan persamaan  $\hat{Y} = 0,458x^{0,514}$ .

### Saran

1. Diperlukan kesadaran dari para pengendara dalam mentaati peraturan lalu lintas karena masih banyak pelanggaran yang sering dilakukan masyarakat khususnya yang terjadi dititik-titik *u-turn* tersebut.
2. Diharapkan untuk para pengendara agar pada saat ingin melakukan gerakan *u-turn* dapat terlebih dahulu *mengamati situasi lalu lintas di depan, di samping, dan di belakang kendaraan serta memberikan isyarat dengan lampu penunjuk arah (lampu sign) atau isyarat tangan, seperti yang terdapat dalam Undang-Undang nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan (LLAJ) pasal 112 ayat 1 dan 2, serta Peraturan Pemerintah nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan lalu lintas jalan pasal 59 ayat 1 dan 2.*
3. Khusus pada Jalan Akhmad Yani, perilaku masyarakat yang sering memutar arah pada titik yang dilarang memutar arah (*u-turn*), sebaiknya bukaan pada median tersebut jarak bukaannya diperbesar sehingga rambu-rambu dilarang memutar arah dapat diganti dengan rambu-rambu diperbolehkan memutar arah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Swearoad bekerjasama dengan PT. Bina Karya.
- Fachurrozy. 1996. *Keselamatan Lalu lintas (Traffic Safety)*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Hobbs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

- Kasan, M. 2005. *Pengaruh U-Turn terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota Palu (Studi Kasus Jalan M. Yamin Palu)*. Palu: Universitas Tadulako.
- Morlok, E.K. 1984. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Naning, R. 1982. *Menggairahkan Kesadaran Hukum Masyarakat dan Disiplin Penegak Hukum dalam Lalu lintas*. Yogyakarta: Bina Ilmu.
- Oglesby, C. H. dan G. Hicks. 1998. *Teknik Jalan Raya*. Terjemahan oleh Purwo Setianto. Jakarta: Erlangga.
- Putra, A. A. 2008. *Pengaruh Pergerakan U-Turn (Putaran Balik Arah) terhadap Kecepatan Arus Lalu Lintas Menerus (Studi Kasus Jalan Brigjen M. Yoenoes, Kota Kendari)*. Kendari: Fakultas Teknik UNHALU.
- Sukirman, S. 1994. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Warpani, S. 1995. *Rekayasa Lalu lintas*. Jakarta: Bharata.

## STUDI KARAKTERISTIK LALU LINTAS DARI PENERAPAN LAJUR *CONTRAFLOW* DI JALAN TOL CAWANG – SEMANGGI (STUDI KASUS: ZONA MASUK)

**Ivan Fauzan**  
Mahasiswa  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok  
16424  
Telp: +628568457872  
[ivanfauzan@gmail.com](mailto:ivanfauzan@gmail.com)

**Jachrizal Sumabrata**  
Dosen Teknik Sipil  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok 16424  
Telp: (021) - 7862222  
[rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

**Alan Marino**  
Dosen Teknik Sipil  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok 16424  
Telp: (021) – 7862222  
[alanmarino2001@yahoo.com](mailto:alanmarino2001@yahoo.com)

### Abstract

Jakarta, as a sprawling metropolitan, is burdened with the daily activities of its population and their everyday movements. The huge amount of vehicles, especially light vehicles, moving towards the business districts such as Semanggi has filled to capacity the toll roads, more specifically the Jakarta Inner Ring Road, and thus traffic is the result. To increase the capacity and to decrease traffic, PT Jasa Marga has implemented a contraflow lane that starts from km 01+600 until km 08+600. This research is to study the traffic characteristics from the contraflow lane, with the focus at the entrance zone and the middle zone. The emphasis of this study is to understand the performance and effectivity of contraflow lane and the effect it has on the toll road in regards of the traffic characteristics (capacity, volume, speed and density). The method of this research is to compare existing conditions that is surveyed first-hand with standards set from the Public Works Minister, MKJI (*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*) and Greenshield's Theory. The result of this research shows that the implementation of a contraflow lane decreases the degree of saturation from those greater than 0.75 to less than 0.75, by significantly increasing road capacity. Thus it can be concluded that the contraflow lane is effective and is an excellent means to decrease traffic.

**Kata kunci:** *Contraflow, karakteristik lalu lintas, kinerja, Teori Greenshields*

## PENDAHULUAN

Kata 'macet' nampaknya sudah sangat akrab dengan warga Jakarta dimana harus dilalui setiap hari disaat menuju dan pulang kerja, terutama bagi yang melalui jalan tol untuk mencapai tujuannya. Dengan jumlah kendaraan yang semakin banyak, akan menambah beban jalan dalam segi kapasitas dan kepadatan, yang pada gilirannya menghasilkan kemacetan yang luar biasa di berbagai titik jalan kota Jakarta, keadaan tersebut akan semakin parah apabila terjadi hujan turun, lampu trafik tidak berfungsi, ada perbaikan jalan, atau terdapat kecelakaan lalulintas.

Kemacetan ini pada umumnya dapat di prediksi kapan akan terjadi, seperti pada jam-jam pagi dan sore disaat semua pekerja menuju ke daerah perkantoran dan pulang pula dari daerah perkantoran atau disaat arus mudik dan liburan panjang. Kapasitas jalan yang direncanakan kadang-kadang tidak dapat menampung pergerakan arus kendaraan yang berlebihan. Oleh karena itu Direktorat Lalu Lintas Polda Metro Jaya dan PT Jasa Marga Tbk, menerapkan kebijakan sistem contraflow pada beberapa ruas jalan tol dalam kota agar kapasitas jalan bertambah, sehingga kemacetan diharapkan sedikit terurai.

Penerapan contraflow di kota Jakarta adalah dengan cara pengambilan satu lajur dari ruas jalan tol dari Cawang hingga Semanggi, dimulai dari pukul 06:00 hingga 10:00. Pengemudi akan diarahkan petugas untuk mengikuti rambu-rambu jalan saat jalur contraflow sudah dibuka. Tujuan dari contraflow ini adalah untuk memperlancar arus lalu

lintas yang sedang menuju tol dalam kota, agar arus kendaraan dari arah Bekasi dan Cibubur menjadi lebih lancar dan juga memberikan prioritas bagi mereka yang ingin melewati pintu tol pada daerah Semanggi.

### **Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui dan menganalisa arus lalu lintas, kapasitas, kecepatan, dan tingkat kerapatan yang terdapat melalui Lajur Khusus *Contraflow* dan lajur non *Contraflow* pada Jalan Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta.
2. Menganalisa dan membandingkan karakteristik lalu lintas titik masuk dan titik tengah untuk mengetahui kinerja lalu lintas berdasarkan perbandingan antara grafik hubungan karakteristik lalu lintas dari Teori *Greenshields* serta parameter acuan MKJI dan peraturan Bina Marga dan Jasa Marga.
3. Menganalisa kinerja lajur khusus *contraflow* melalui nilai kapasitas jalan menggunakan perhitungan kapasitas MKJI dan memperoleh tingkat pelayanan (*v/c ratio*).

### **Rumusan Masalah**

4. Jumlah kendaraan yang bergerak menuju Semanggi pada Jalan Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta
5. Pergerakan kendaraan yang menuju pusat kota menyebabkan dibutuhkan Lajur Khusus *Contraflow*, terutama bagi mereka yang hanya sekedar ingin melewati titik kemacetan pusat kota.
6. Kapasitas Jalan Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta sudah tidak mampu menampung jumlah kendaraan yang menggunakannya sehingga dibutuhkan Lajur Khusus *Contraflow*

### **Batasan Penelitian**

1. Lajur Khusus *Contraflow* yang ditinjau adalah pada ruas Cawang-Semanggi dan dilakukan disaat diberlakukannya Lajur Khusus *Contraflow*, yaitu pada jam 06.00-10.00 WIB, selama 90 menit
2. Penelitian dilakukan pada dua titik, yaitu pada titik sebelum masuk (km 01+600) dan juga pada titik tengah lajur khusus *contraflow* (km 4+200).
3. Kedua titik tersebut diasumsikan dapat merepresentasikan karakteristik lalu lintas pada komponen zona masuk dan zona tengah dari lajur *contraflow* dan lajur tol sebelahnya.
4. Survey dilakukan dengan analisa karakter lalu lintas jalur *contraflow* dan jalur normal yang searah dengannya. Lajur normal tersebut akan dijadikannya pembandingan kinerja dengan jalur *contraflow*.
5. Kinerja dan efektifitas lajur *contraflow* dinilai melalui perbandingan hasil survey dan pengolahan data karakteristik lalu lintas (kapasitas, kecepatan, arus dan kerapatan).

## **KAJIAN PUSTAKA**

*Contraflow* adalah suatu tipe arus konvertibel (*reversible flow*) yang spesifik, dimana didefinisikan sebagai pembalikan arus lalu lintas pada jalan raya (*highway*) yang dipisahkan oleh median (AASHTO, 2001). Pada keadaan darurat, *contraflow* juga digunakan pada jalan bebas hambatan disaat terjadinya bencana alam hurricane (atau typhoon yang lebih dikenal pada daerah Asia) pada daerah pesisir Amerika Serikat (Wolshon, 2002b). Definisi yang sedikit berbeda mendefinisikan *contraflow* sebagai sebuah konsep dimana kendaraan berokupansi tinggi (*high-occupancy vehicles*) melintas pada sebuah jalan arteri pada arah dari arus lalu lintas yang sebenarnya (Urbanik and Holder,

1977). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa lajur contraflow dapat beroperasi pada jalan yang terbagi dan tidak terbagi oleh median.

Pada intinya, lajur *Contraflow* adalah lajur dimana lalu lintas mengalir dalam arah yang berlawanan dari jalur sekitarnya dengan memberikan prioritas pada pergerakan suatu kendaraan dengan memberikan lajur khusus yang terpisah dari lajur lalu lintas yang lain. Penerapannya dilakukan dengan cara mengubah arah suatu lajur dari jalur berlawanan arah yang tidak padat untuk menambah kapasitas jalan dari suatu arah tertentu. Penerapan lajur khusus *contraflow* merupakan salah satu strategi sistem manajemen lalu lintas dalam mengantisipasi masalah transportasi di perkotaan, terutama pada Jalan Tol Dalam Kota Jakarta

### Karakteristik Spasial

Lathrop (1972) membagi konfigurasi segmen lajur *reversibel* dalam lima zona, yang di ilustrasikan pada gambar dibawah.

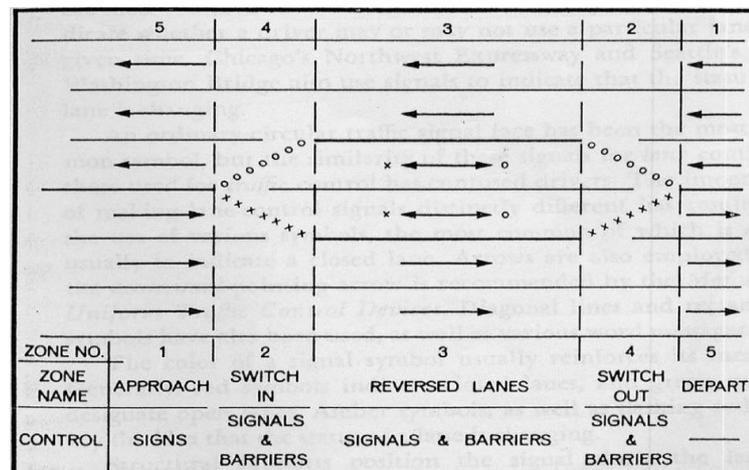
Zona 1 adalah *approach zone*, dimana pengemudi perlu diberitahu bahwa diberlakukannya jalur *reversibel* berada di depan.

Zona 2 adalah *decision zone* dimana pengemudi harus pindah ke atau keluar dari jalur *reversibel*.

Di Zona 3 pengemudi harus terus berada di lajur normal dan lajur *reversible*.

Pada Zona 4 transisi terjadi dari arus *reversible* ke arus normal.

Di Zona 5, lalu lintas bercampur kembali dengan arus lalu lintas normal



Gambar 1 Konfigurasi umum Lajur Khusus Contraflow

## METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kinerja Lajur Khusus Contraflow dan lajur non contraflow pada Tol Lingkar Dalam Kota Jakarta dengan mengetahui:

1. Arus lalu lintas yang melintas ( $q$ )
2. Kecepatan rata rata lalu lintas ( $u$ )
3. Kerapatan kendaraan ( $k$ )

### Metode Pengumpulan Data

Langkah awal untuk menganalisa penggunaan lajur khusus contraflow adalah pelaksanaan survey di lapangan untuk pengumpulan data. Berdasarkan data ini kemudian dibuat analisa

mengenai dampak adanya lajur khusus contraflow. Jenis survei dan pengumpulan data yang dilakukan adalah:

1. Studi Literatur

Bertujuan untuk mendapatkan data yang bisa menjadi acuan dari hasil yang diperoleh dari survey. Dari studi ini dapat memperoleh data seperti lebar jalur, lebar median, kondisi lingkungan di sisi jalan, batas kecepatan dan lainnya. Sumber kajian pustaka ini bisa berasal dari aturan-aturan yang ditentukan, survey yang dilakukan sebelumnya atau standard yang ditentukan oleh instansi yang mengelolanya.

2. Survey Volume

Survey ini pada dasarnya adalah proses perhitungan quantitas pergerakan kendaraan per satuan waktu pada suatu lokasi. Survei ini bertujuan untuk mendapatkan data volume, kepadatan, dan komposisi lalu lintas. Waktu survey bisa berupa jam, hari, atau pun tahun, tergantung pada data yang dibutuhkan.

3. Survey Kecepatan Arus Kendaraan

Survey ini dilakukan dengan cara mengamati langsung keadaan lokasi tinjauan dan mengambil sampel spot speed untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk pengolahan data kecepatan kendaraan.

4. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan Teori *Greenshield*

Manual ini menjadi acuan dalam menganalisa kinerja dari segmen jalur yang akan ditinjau melalui karakter lalu lintas eksisting.

## **Pengolahan Data**

### ***Perhitungan Volume Kendaraan***

Data arus setiap lajur cukup sederhana untuk diperoleh. Yang dibutuhkan hanyalah manual counter. Hasil video dari setiap titik survey di ulang kembali dan arus dihitung kembali untuk setiap lajur per menit selama 90 menit. Perhitungan arus dilakukan setiap menit dari 90 menit waktu pengamatan sehingga didapatkan 90 data pengamatan hasil perhitungan arus lalu lintas.

### ***Perhitungan Kecepatan Kendaraan***

Data kecepatan kendaraan diperoleh dengan menggunakan metode perhitungan rumus yaitu:

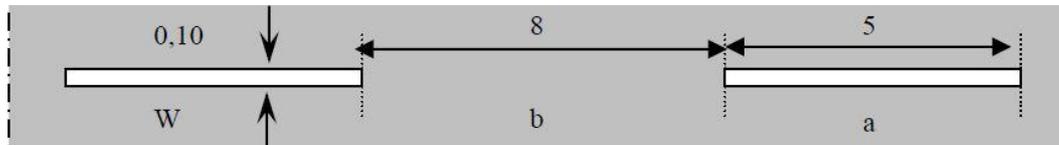
$$\text{Kecepatan} = \text{Jarak} / \text{Waktu}$$

Untuk setiap menitnya, 5 data kecepatan kendaraan akan diperoleh dan di rata-ratakan sehingga mendapatkan kecepatan rata-rata pada menit tersebut. Penulis mengasumsikan bahwa 5 data kecepatan kendaraan tersebut cukup mewakili kecepatan kendaraan pada setiap menit. Data kecepatan diambil selama 90 menit pada setiap lajur.

Untuk dapat memperhitungan kecepatan kendaraan, dibutuhkan dua variable, seperti pada rumusan sebelumnya, yaitu jarak dan waktu. Diasumsikan bahwa variable waktu yang telah ditentukan sebelumnya adalah dua detik dan jarak adalah variable bebas yang harus diamati disaat video hasil survey diputar ulang.

Untuk menentukan jarak masing-masing kendaraan yang telah ditempuh, penulis mengacu mengacu terhadap ketentuan pada Penempatan Marka Jalan, PU, dimana disebutkan bahwa dimensi tanda garis membujur terputus-putus untuk kecepatan lebih dari 60 km/h adalah

sepanjang lima meter dan spasi diantaranya adalah 8 meter. Dari asumsi ini bisa didapat jarak dari awal marka hingga awal marka berikutnya sepanjang 13 meter.



**Gambar 2** Ukuran garis untuk kecepatan diatas 60 km/jam **Sumber: Penempatan Marka Jalan, Pekerjaan Umum**

### **Perhitungan Kerapatan Kendaraan**

Sesudah memperoleh data kecepatan dan arus kendaraan maka akan bisa langsung diperoleh data kerapatan kendaraan. Berdasarkan (May, 1990) pada bab 10 Traffic Stream Models, arus kendaraan terbukti setara dengan hasil perkalian kecepatan dan kerapatan dan bisa direpresentasikan dengan persamaan berikut:

$$\text{Volume Kendaraan} = \text{Kerapatan} \times \text{Kecepatan Rata-Rata}$$

mengetahui ini, maka persamaan untuk memperoleh kerapatan kendaraan adalah:

$$\text{Kerapatan} = \text{Kecepatan Rata-Rata} / \text{Volume Kendaraan}$$

### **Perhitungan Teori Greenshields**

Data acuan juga akan dibandingkan dengan grafik (speed-density, speed-flow, flow-density) yang diperoleh teori *Greenshields*. Teori ini digunakan dengan alasan sebagai berikut:

1. Dilakukan di kondisi *uninterrupted flow*
2. Mempermudah representasi keadaan lalu lintas dengan menggunakan grafik dasar perbandingan karakter lalu lintas (kecepatan, arus dan kerapatan)
3. Dapat digunakan untuk metode pengamatan yang dilakukan oleh penulis

Teori greenshields akan memperoleh grafik acuan lalu lintas yang bisa diperoleh dengan ketentuan-ketentuan dari MKJI. Grafik yang dimaksud adalah grafik dasar karakteristik lalu lintas kecepatan vs kerapatan, kecepatan vs arus, arus vs kerapatan. Untuk dapat membuat ketiga grafik tersebut diperlukan dua parameter fundamental dari dasar perhitungan teori ini yang diperoleh langsung dari hasil survey yaitu kerapatan maksimum atau *jam density* ( $k_j$ ) dan kecepatan maksimum atau kecepatan arus bebas ( $u_f$ ).

Setelah kedua nilai diperoleh, dapat dilakukan perhitungan melalui Teori *Greenshields* dan plot grafik acuan karakteristik lalu lintas. Rumus yang digunakan adalah:

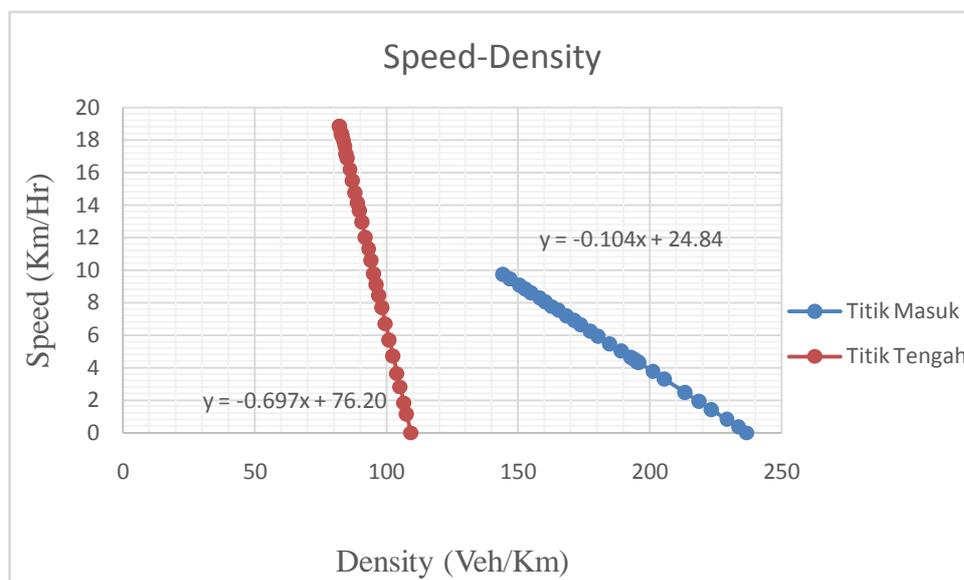
$$\begin{array}{lll} \text{Speed- Density} & \text{Speed-Flow} & \text{Flow-Density} \\ u = u_f - \left(\frac{u_f}{k_j}\right)k & u = \frac{k_j}{u_f}(u_f u - u^2) & q = u_f k - \left(\frac{u_f}{k_j}\right)k^2 \end{array}$$

Ketiga grafik yang diperoleh akan digunakan untuk membandingkan kedua titik tinjauan, dan menilai kinerja dan karakteristik lalu lintas yang ada pada titik-titik tersebut.

## HASIL PENELITIAN

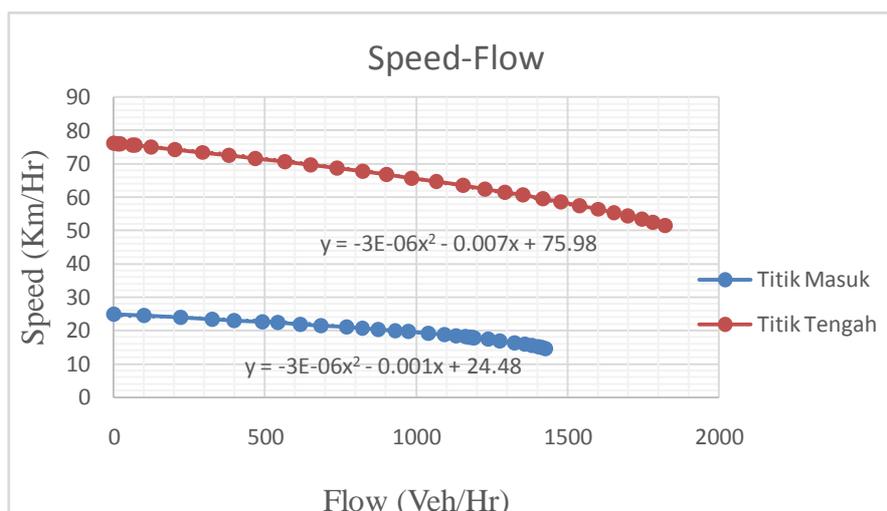
Pengolahan data dengan Teori *Greenshields* dilakukan dengan menghubungkan karakteristik lalu lintas yaitu kecepatan, arus, dan kerapatan dengan menggunakan rumusan dasar Greenshields yang telah dibahas sebelumnya. Ketiga grafik serta analisisnya dapat dihasilkan.

Grafik dibawah menunjukkan hubungan antara kecepatan vs kerapatan dari kedua titik pengamatan. Plot data dilakukan dari nilai kerapatan yang diperoleh langsung oleh penulis pada sumbu x, nilai tersebut dimasukan kedalam persamaan *speed—density* teori Greenshields, yang sudah dibahas pada sub bab sebelumnya, untuk memperoleh nilai sumbu y, yaitu kecepatan. Untuk mendapatkan nilai kecepatan dibutuhkan juga nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) dan jam density ( $k_j$ ). Kedua nilai ini diperoleh dari kecepatan tertinggi dan kerapatan tertinggi dari data pengamatan.



**Gambar 3** Grafik Perbandingan Kecepatan vs Kerapatan

Dari grafik ini dapat dilihat dua sebaran data untuk masing-masing titik, dimana keduanya cukup beragam dan tersebar. Dapat terlihat sebaran variasi data kecepatan yang lebih banyak pada titik tengah dibandingkan titik masuk. Hal ini terjadi karena terdapat nilai kerapatan yang lebih beragam, dan cenderung lebih tinggi pada titik masuk. Selain itu, kemiringan data titik masuk menunjukkan slope yang lebih besar daripada titik tengah yang mengindikasikan terdapatnya rentang kecepatan yang terjadi dan ketidakstabilnya pergerakan lalu lintas. Nilai kerapatan yang tinggi pada titik masuk ini menunjukkan bahwa jarak antar kendaraan lebih rapat dibandingkan dengan titik tengah.



G

**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Kecepatan vs Arus

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara kecepatan vs arus dari kedua titik pengamatan. Plot data dilakukan dari nilai kecepatan yang diperoleh langsung oleh penulis pada sumbu y, nilai tersebut dimasukan kedalam persamaan *speed—flow* teori Greenshields, yang sudah dibahas pada sub bab sebelumnya, untuk memperoleh nilai sumbu x, yaitu arus. Untuk mendapatkan nilai kecepatan dibutuhkan juga nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) dan jam density ( $k_j$ ). Kedua nilai ini diperoleh dari kecepatan tertinggi dan kerapatan tertinggi dari data pengamatan.

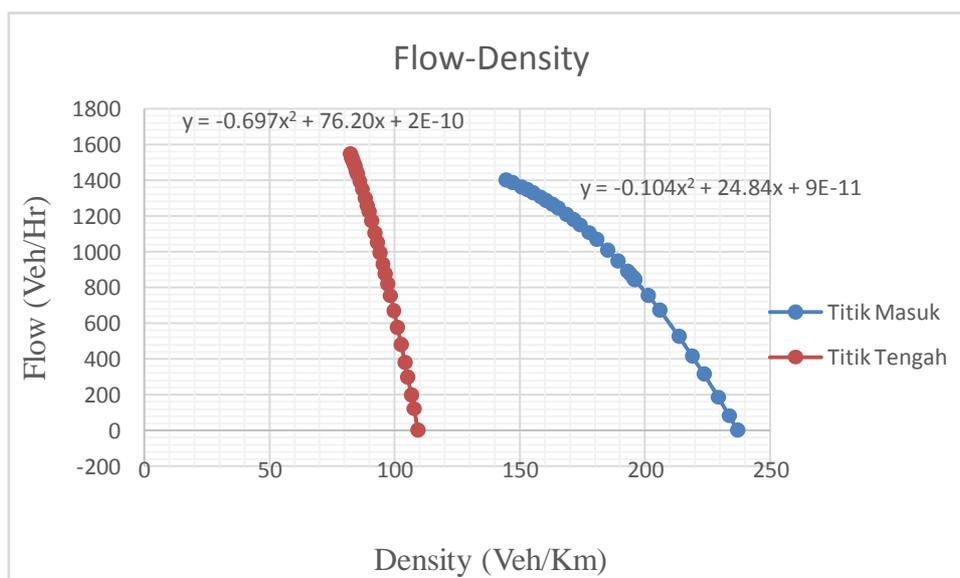
Persebaran data dari grafik ini mirip sama grafik sebelumnya dimana pada kedua sebaran data untuk masing-masing titik cukup beragam dan tersebar. Nilai kecepatan pada titik masuk sangat jauh dibandingkan nilai kecepatan pada titik tengah, dimana terdapat rentang sebesar kurang lebih 25 km/hr diantaranya. Titik tengah bisa dikatakan lebih efektif karena mampu mengalirkan kendaraan yang lebih banyak dan pada kecepatan yang jauh lebih tinggi. Pada kedua titik terjadi penurunan kecepatan kendaraan seiring meningkatnya jumlah kendaraan. Dari grafik ini menunjukkan bahwa pada titik tengah performa jalan lebih baik karena mampu mengalirkan kendaraan yang relative sama dari titik masuk, namun dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Grafik dibawah menunjukkan hubungan antara arus vs kerapatan dari kedua titik pengamatan. Plot data dilakukan dari nilai kerapatan yang diperoleh langsung oleh penulis pada sumbu x, nilai tersebut dimasukan kedalam persamaan *flow—density* teori Greenshields, yang sudah dibahas pada sub bab sebelumnya, untuk memperoleh nilai sumbu y, yaitu arus. Untuk mendapatkan nilai kecepatan dibutuhkan juga nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) dan jam density ( $k_j$ ). Kedua nilai ini diperoleh dari kecepatan tertinggi dan kerapatan tertinggi dari data pengamatan.

Sama halnya pada grafik hubungan kecepatan-kerapatan, nilai kerapatan pada titik masuk lebih tinggi dibandingkan titik tengah. Pada titik masuk, terlihat bahwa seiring dengan meningkatnya kerapatan kendaraan, arus kendaraan akan semakin mengecil. Hal ini juga sama untuk titik tengah namun karena slope garis yang sangat kecil, tidak terlalu nampak. Ini menunjukkan bahwa sebaran data titik tengah lebih bervariasi untuk range kerapatan yang sangat minim dibandingkan range kerapatan yang relative kecil, yang dapat berarti kondisi

lintas yang kurang stabil.

lalu



**Gambar 4** Grafik Perbandingan Arus vs Kerapatan

Sebaran data untuk titik masuk menunjukkan kondisi lalu lintas yang relative stabil dan dapat diprediksi karena sebaran data merupakan membentuk pola parabolic, dimana seragam mengikuti tren jika angka kerapatan naik maka arus akan menurun. Namun pada titik masuk kondisi cukup padat karena sebaran data yang berada pada daerah kerapatan lebih tinggi dibandingkan titik tengah.

Berikut adalah Tabel yang menunjukkan kesimpulan karakteristik lalu lintas pada setiap titik tinjauan setelah nilai karakteristik per lajunya di akumulasikan.

Tabel 1 Karakteristik Lalu Lintas Gabungan Kedua Titik

Karakteristik Lalu Lintas Gabungan Titik Masuk			Karakteristik Lalu Lintas Gabungan Titik Tengah		
Data Kecepatan			Data Kecepatan		Lajur Bahu
Umax (Km/Hr)	Kecepatan tertinggi	24.85	Umax (Km/Hr)	Kecepatan tertinggi	76.21
Umin (Km/Hr)	Kecepatan terendah	14.62	Umin (Km/Hr)	Kecepatan terendah	51.56
Rata-Rata Kecepatan		19.42	Rata-Rata Kecepatan		65.61
Data Arus			Data Arus		
qmax (smp/Hr)	Arus tertinggi	3597.70	qmax (smp/Hr)	Arus tertinggi	6310.10
qmin (smp/Hr)	Arus terendah	3463.20	qmin (smp/Hr)	Arus terendah	5637.70
Data Kerapatan			Data Kerapatan		
Kmax (smp/Km)	Kerapatan tertinggi	236.94	Kmax (smp/Km)	Kerapatan tertinggi	109.34
Kmin (smp/Km)	Kerapatan terendah	144.38	Kmin (smp/Km)	Kerapatan terendah	82.36
V/C Ratio		0.481 - 0.5	V/C Ratio		0.78 - 0.88   0.63 - 0.71

Dapat terlihat jelas bahwa terdapat rentang kecepatan antara kedua titik yang cukup besar. Namun pada masing-masing titik, rentang kecepatan juga cukup besar, yang mengindikasikan ketidakstabilan pergerakan kendaraan pada kedua titik. Dari kedua rentang nilai ini dapat terlihat bahwa kinerja pada titik tengah masih lebih baik dari pada titik masuk dikarenakan kecepatan rata-rata yang terdapat melebihi kecepatan minimal

kendaraan pada jalan tol, yaitu 60 km/jam. Kedua titik bisa dikatakan mengalami masalah dikarenakan kecepatan rata-ratanya tidak mencapai kecepatan minimal (titik masuk) dan cenderung mendekati kecepatan minimal (titik tengah).

Nilai volume yang rendah dan kerapatan yang tinggi menunjukkan kinerja yang kurang baik seperti yang terdapat pada titik masuk. Hal ini terjadi karena adanya penumpukan dan antrian kendaraan yang ingin memasuki lajur khusus contraflow, sehingga menurunkan kecepatan rata-rata pada titik masuk. Pada titik tengah terdapat peningkatan arus dan juga kapasitas karena adanya lajur khusus contraflow.

Jika menganalisa lebih lanjut, dapat terlihat efek dari pemberlakuan lajur contraflow. Pada titik masuk nilai v/c ratio yang diperoleh dari nilai arus terdapat pada kisaran 0.481 - 0.5 yang menunjukkan bahwa lalu lintas berada pada kondisi pelayanan yang baik, namun terjadi kecepatan yang rendah dan kerapatan yang tinggi karena adanya sebuah anomaly atau lajur yang terjadi antrian karena pengendara ingin masuk lajur contraflow.

Pada titik tengah, bisa diambil kesimpulan dan membandingkan jika tidak ada lajur contraflow dan jika diterapkannya lajur contraflow. Pada kondisi pertama, yaitu tidak adanya lajur contraflow, kapasitas jalan adalah 3 kali lajur normal, yang menjadi sebesar 7200 smp/jam. Arus kendaraan yang diperhitungkan adalah arus pada lajur normal ditambahkan arus pada lajur contraflow. Berdasarkan tabel diatas, nilai v/c rasion akan diperoleh sekitar 0.78 – 0.88. Nilai ini tentu saja diatas angka 0.75 dan mengindikasikan kondisi jenuh, arus dan kecepatan melambat.

Untuk kondisi kedua adalah jika diterapkannya lajur contraflow. Seperti yang sudah dibahas pada sub-bab sebelumnya, kapasitas untuk lajur contraflow adalah sebesar 1700 smp/jam (Direktorat Bina Jalan Kota, 1997). Jika kapasitas lajur contraflow ditambahkan dengan kapasitas lajur normal, kapasitas total akan menjadi 8900 smp/jam. Dari perolehan arus sebelumnya, nilai v/c rasion akan menjadi kisaran 0.63 – 0.71. Kisaran nilai ini menunjukkan bahwa jalan berada dalam range yang bisa diterim dan dalam kondisi baik, karena dibawah angka 0.75.

Dari sini bisa disimpulkan bahwa penerapan lajur khusus contraflow memang memiliki dampak yang sedikit negative terhadap titik masuknya, dimana dapat menghambat pergerakan kendaraan. Namun jika dilihat pada titik tengah, lajur contraflow memiliki efek terhadap peningkatan kapasitas jalan dan kinerja layanan jalan dengan menampung dan mendistribusikan beban pergerakan kendaraan yang melaju pada jalan.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat diambil kesimpulan yang berkaitan dengan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Jumlah kendaraan yang ingin memasuki lajur contraflow lebih banyak dibandingkan lajur normal. Pada titik tengah, jumlah kendaraan yang melalui lajur contraflow hampir menyamai lajur normal, hal ini menunjukkan bahwa contraflow cukup efektif untuk menambahkan kapasitas jalan.
2. Pada titik masuk, kecepatan pada lajur 3 yang ingin memasuki lajur khusus contraflow lebih lambat dibandingkan pada lajur-lajur sebelahnya dikarenakan jumlah kendaraan

yang banyak dan cenderung suka adanya kendaraan yang memotong lajur tersebut pada bagian akses lajur contraflow

3. Kecepatan pada lajur contraflow cenderung lebih lambat dibandingkan dengan lajur normal, namun kinerja kecepatan lajur contraflow relatif stabil. Hal ini terlihat dari rentang nilai kerapatan yang kecil (37 – 38 smp/km) dan juga rentang nilai kecepatan yang kecil (33 – 36 km/hr). Ini menunjukkan kecenderungan pergerakan kendaraan yang lebih hati – hati, namun bergerak terus-menerus.
4. Arus kendaraan yang dilewati oleh lajur contraflow memiliki selisih nilai yang kecil dengan lajur lajur normal sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberlakuan jalur ini adalah tindakan yang efektif.
5. Berdasarkan grafik *Greenshields*, sebaran data pada kedua titik sangat bervariasi.
6. Berdasarkan grafik *Greenshields*, titik masuk mengalami kinerja yang kurang baik karena terjadinya kerapatan lebih tinggi dan hanya mampu mengalirkan jumlah kendaraan yang relative sama terhadap titik tengah, namun dengan kecepatan yang lebih kecil.
7. Berdasarkan analisa v/c ratio dan karakteristik lalu lintas, nilai karakteristik lalu lintas cenderung sedikit lebih stabil (rentang nilai kecil) dan nilai v/c ratio berada pada kisaran 0.481 - 0.5 dibandingkan pada titik tengah dimana nilai karakteristik lalu tidak stabil dan pelayanan kapasitas yang lebih buruk yang berada pada kisaran diatas 0.6.
8. Berdasarkan analisa v/c ratio pada titik tengah menunjukkan bahwa dengan adanya lajur contraflow mampu menambahkan kapasitas jalan dan menurunkan derajat kejenuhan jalan sebesar 0.15 – 0.17. Hal ini menjadi salah satu bukti bahwa pemberlakuan lajur contraflow layak dan memberikan dampak positif bagi lalu lintas Jalan Tol Lingkar Dalam Kota

### Saran

Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan sehingga dibutuhkan peningkatan pada beberapa hal untuk meningkatkan akurasi data. Hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Melakukan pengamatan dari titik yang memiliki sudut pandang luas
2. Melakukan pengamatan lebih lama untuk setiap titiknya sehingga data yang dapat diperoleh lebih banyak sehingga akurasi semakin tinggi
3. Melakukan pengamatan pada segmen lebih kecil sehingga diperoleh dampak langsung yang diperoleh lajur contraflow.
4. Menggunakan titik pengamatan yang lebih banyak sehingga terlihat distribusi data yang lebih baik
5. Meninjau titik-titik yang tidak diganggu oleh faktor luar, seperti ramp masuk atau ramp keluar.

### DAFTAR REFERENSI

- Direktorat Bina Jalan Kota. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2009, December 1). *Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia.
- HCM, T. R. (2010). *Highway Capacity Manual 2010*. Washington, D.C.: TRB.

- May, A. D. (1990). *Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey, United States of America: Printice Hall, Inc.
- Menteri Perhubungan. (2006, Maret 6). Peraturan menteri perhubungan nomor: km 14 tahun 2006 tentang manajemen dan rekayasa lalu lintas di jalan. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia.
- MKJI, D. G. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Directorate General Bina Marga.
- NCHRP, T. R. (2004). *National Cooperative Highway Research Program - Convertible Roadways and Lanes*. Washington, D.C.: TRB.
- Patunrangi, M. &. (2012). Evaluasi Tingkat Pelayanan Beberapa Ruas Jalan Di Sekitar Jalan Sis Al Jufri Kota Palu. *Majalah Ilmiah Mektek*.
- Polda Metro Jaya, D. (2012). *Analisa Dan Evaluasi Pelaksanaan Uji Coba "Contra Flow" Pada Ruas Tol Cawang – Semanggi*. Jakarta: Ditlantas Polda Metro Jaya.
- PT. Jasa Marga. (2012). *Jasa Marga Lakukan Contra Flow di Sebagian Ruas Cawang-Kuningan*. Jakarta: PT. Jasa Marga.
- Rao, T. V. (2006). *Introduction to Transportation Engineering*. India: National Programme on Technology Enhanced Learning.
- Saxena, S. C. (1999). *Traffic Planning And Design*. New Delhi: Dhanpat Rai & Sons.
- Soeroto, S. (2013). *Kemacetan Lalu Lintas*. Diambil kembali dari Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Barat: <http://www.dishub.jabarprov.go.id/content.php?id=135>
- Tom V. Mathew, K. V. (2006). Introduction to Transportation Engineering. Dalam K. V. Tom V. Mathew, *Introduction to Transportation Engineering* (hal. 10).
- Undang Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.

## STUDI KARAKTERISTIK LALU LINTAS DARI PENERAPAN “CONTRAFLOW” DI JALAN TOL CAWANG – SEMANGGI (STUDI KASUS : ZONA AKHIR)

**Moh. Fikri Makarim**  
Mahasiswa Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok, Depok 16424  
Telp. (021-7862222)  
[mohammad.fikri.makarim@gmail.com](mailto:mohammad.fikri.makarim@gmail.com)

**Jachrizal Sumabrata**  
Dosen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok,  
Depok 16424 Telp. (021-  
7862222)  
[rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

**Alan Marino**  
Dosen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok, Depok  
16424 Telp. (021-7862222)  
[Alanmarino2001@yahoo.com](mailto:Alanmarino2001@yahoo.com)

### Abstrak

Implementation of the contraflow special lane is expected to provide a solution to the lack of road capacity at the inner city highway (Cawang – Semanggi) during peak hour time. This research was conducted to find out and compare the performance of the characteristics of the traffic flow between two points of observation (middle point and the exit after the contraflow special lane) in order to know the effectiveness of the contraflow lane. This research uses traffic survey by means of recording traffic condition in both points of observation to obtain more accurate traffic characteristic data. The analysis of traffic characteristic performance is conducted by comparing the results of the survey to the traffic parameters of standards from the Indonesian Highway Capacity Manual and regulations from Bina Marga and Jasa Marga as well as the analysis through the relationship of traffic characteristics from Greenshields Theory to assess the traffic performance from both points of observation. The results show that the implementation of the special contraflow lane may decrease the degree of saturation from greater than 0.75 to less than 0.75 by giving the road additional capacity. This shows that the contraflow lane can be considered as an effective and worthy measure to ease the burden of the ever increasing number of cars passing through the toll road during peak hours.

**Kata kunci:** *Contraflow, traffic characteristics, performance, Greenshields Theory*

## PENDAHULUAN

Tingginya jumlah kendaraan telah melebihi kapasitas jalan. Prasarana transportasi berupa jalan dan fasilitasnya tidak dapat lagi menampung beban kendaraan yang semakin meningkat. Penyebabnya adalah adanya homogenitas tujuan perjalanan dan lokasi dari beragam aktivitas. Melihat fenomena ini, dari sudut pandang ilmu transportasi kita dapat memanfaatkan sementara jalur yang lebih kosong untuk menambah kapasitas jalan dari jalur yang mengalami kerapatan atau lebih sering disebut sebagai “Metode *Contraflow*”.

Topik *contraflow* diangkat karena sekarang banyak metode yang sudah dilakukan untuk mengurai atau bahkan mengurangi kemacetan seperti menambah lajur, jalan baru, jalan layang, underpass, jalan tol, dan lain-lain. Berbagai metode ini banyak mengeluarkan biaya pembangunan akan tetapi tidak terlihat perubahan signifikan terhadap kondisi kemacetan. Metode pengaturan lalu lintas yang dapat menambah kapasitas jalan tanpa menambah jumlah jalan yang diterapkan di kota Jakarta yaitu metode *contraflow* ini menarik. Metode ini dapat menekan biaya infrastruktur transportasi di kota Jakarta dengan memanfaatkan jalan pada lokasi dan waktu tertentu untuk dimanfaatkan sebagai pengoptimal arus lalu lintas.

Penerapan jalur *contraflow* pada kota Jakarta berada pada ruas jalan Tol Dalam Kota. Penelitian ini akan dilakukan pada lokasi penerapan jalur *contraflow* yaitu pada ruas Tol Dalam Kota Cawang – Semanggi. Lokasi ini menarik untuk dibahas karena kebijakan yang

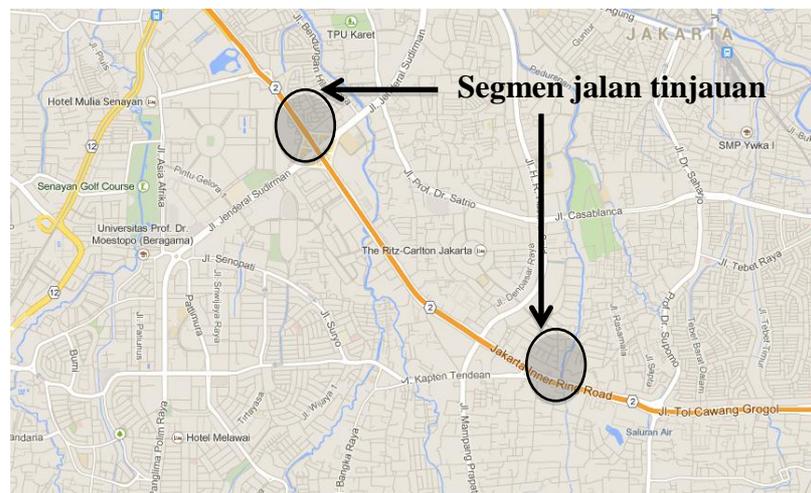
telah dikeluarkan oleh pengelola jalan tol yaitu PT. Jasa Marga adalah berdasarkan  $v/cratio$  yang sudah melebihi nilai 1 yang menandakan volume kendaraan yang melebihi kapasitas.

Fenomena ini menarik untuk diteliti lebih lanjut. Untuk itu diperlukan fokus pembahasan komponen dari sistem *contraflow* sehingga dibuat tujuan penelitian antara lain:

1. Menganalisa perbandingan karakteristik lalu lintas antara titik tengah dan titik setelah keluar untuk mengetahui kinerja lalu lintas berdasarkan perbandingan antara grafik hubungan karakter lalu lintas dari titik tengah dan titik setelah keluar dari *Teori Greenshields*.
2. Menganalisa karakteristik lalu lintas (kapasitas, kecepatan, volume dan kerapatan) pada jalur *contraflow* dan jalur searahnya di titik tengah dan titik setelah keluar jalur *contraflow* untuk dapat mengetahui kinerja lalu lintas setiap titik berdasarkan parameter acuan MKJI serta Peraturan Bina Marga, dan Jasa Marga.
3. Menganalisa perbandingan karakteristik lalu lintas antara titik tengah dan titik setelah keluar untuk mengetahui kinerja lalu lintas berdasarkan parameter acuan MKJI serta Peraturan Bina Marga, dan Jasa Marga.
4. Menganalisa efektifitas pemberlakuan jalur *contraflow* melalui perbandingan  $v/c ratio$  pada titik tengah jalur *contraflow* dengan asumsi jalan tanpa *contraflow* dan jalan dengan tambahan kapasitas melalui pemberlakuan *contraflow*.

Jalur *contraflow* diberlakukan pada hari senin – jumat pukul 06.00 – 10.00 WIB. Waktu survey dilaksanakan selama 90 menit diantara selang waktu pelaksanaan pemberlakuan jalur *contraflow*.

Penelitian dilakukan pada segmen jalan zona dalam *contraflow* (titik tengah km 04+100) dan segmen transisi keluar jalur *contraflow* (titik setelah keluar km 08+080). Lokasi jalan tinjauan adalah Tol Dalam Kota Ruas Cawang – Semanggi. Objek penelitian adalah kendaraan pada jalan tol. Sehubungan dengan lokasi jalan tinjauan adalah tol dalam kota yang mayoritas dilalui oleh kendaraan ringan (LV), diasumsikan dalam penelitian ini bahwa semua kendaraan adalah kendaraan ringan.



Gambar 1. Titik Pengamatan (Lokasi Survey)

## LANDASAN TEORI

Metode *contraflow* ini juga dapat diasumsikan sebagai pengembangan jalan yang merubah jalan yang ada untuk diadaptasikan untuk penggunaan yang berbeda pada waktu tertentu sebagai metode solusi permasalahan transportasi yang efektif dari segi biaya untuk mengakomodir kebutuhan rutin dari perjalanan di atas jalan raya (NCHRP, 2004).

Metode ini memiliki konsep dasar yang sama apabila diterapkan diberbagai tempat (NCHRP, 2004). Akan tetapi, ada beberapa variabel yang dapat berubah dan bergantung kepada tujuan penerapan sistem contraflow, topografi dan karakter lalu lintas dari daerah yang akan menerapkan sistem ini. Ada 2 hal yang menjadi perhatian utama sebagai acuan desain dan karakter operasional contraflow yaitu:

1. Perencanaan penetapan panjang dan jumlah segmen jalur berlawanan yang akan digunakan sebagai jalur tambahan.

2. Waktu penggunaan jalur tambahan tersebut

Menurut Lathrop (1972), konfigurasi dari segmen jalur contraflow dibagi menjadi 5 zona yaitu :

1. Zona 1

2. Zona ini merupakan zona pendekatan kendaraan sebelum masuk kedalam jalur contraflow.

3. Zona 2

4. Zona ini merupakan zona keputusan kendaraan untuk masuk dan keluar dari jalur contraflow.

5. Zona 3

6. Pada zona ini, kendaraan sudah berada di dalam jalur contraflow. Pada lajur ini. Pada zona ini akan terdapat kendaraan dengan arah berlawanan dari jalur yang bersebalahan langsung dengan jalur contraflow.

7. Zona 4

8. Zona ini merupakan zona terjadinya transisi dari jalur contraflow ke jalur normal.

9. Zona 5

10. Pada zona ini, kendaraan kembali ke jalur normal setelah keluar dari jalur contraflow.

Menurut *Greenshields*(Wohl & Martin, 1967) hubungan dari kecepatan dan kerapatan adalah berbanding terbalik. Apabila kerapatan meningkat maka kecepatan akan menurun. Pada saat nilai kerapatan sama dengan nol ( $k = 0$ ) maka kecepatan mencapai nilai maksimal  $\mu_f$  (*free flow speed*). Pada kondisi kerapatan tinggi, kecepatan kendaraan akan menurun hingga mendekati nol. Kondisi ini dapat dikatakan sebagai *jam density*( $K_j$ ).

Menurut *Greenshields*(Wohl & Martin, 1967) pada kecepatan yang sangat rendah maka keadaan volume kendaraan juga rendah. Hubungan dari kedua parameter ini memiliki keunikan. Apabila kecepatan naik, maka volume juga akan naik sampai pada batas tertentu dan kecepatan akan turun akibat turunnya headway. Akan tetapi jika kecepatan terus meningkat dan meningkatkan spasi antar kendaraan, maka volume akan menurun. Pada hubungan ini akan tercapai nilai optimal kecepatan ( $\mu_m$ ) pada saat volume mencapai nilai maksimal ( $q_m$ ).

Menurut *Greenshields*(Wohl & Martin, 1967) jika angka kerapatan meningkat dari nol (tidak ada kendaraan), maka akan terjadi nilai kerapatan optimal dimana volume akan meningkat sampai pada titik kerapatan kritis ( $k_m$ ) dan kerapatan akan merespon dengan tercapainya volume maksimal ( $q_m$ ). Setelah itu volume akan menurun seiring meningkatnya kerapatan mencapai nilai maksimalnya sampai semua kendaraan berhenti atau dapat disebut sebagai *jam density*( $K_j$ ).

Berdasarkan hubungan antar karakteristik, dapat dituliskan persamaan untuk mendapatkan nilai karakteristik lalu lintas yaitu :

Persamaan dasar,

$$q = \mu_s k$$

Perhitungan kecepatan dapat dilakukan dengan metode *space mean speed*. Metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan media kamera. Perhitungan ini dilakukan dengan membuat waktu menjadi variabel tetap sehingga nilai kecepatan terukur berdasarkan spasi kendaraan selama selang waktu yang telah ditentukan (May, 1990). Perhitungan *space mean speed* pada kondisi seperti ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah.

$$\mu_{sms} = \frac{\sum \mu}{N}$$

## METODE PENELITIAN

Ditetapkan penggunaan metode survey menggunakan kamera untuk mendapatkan *space mean speed* (sms) dan volume lalu lintas pada penelitian ini. Kamera digunakan untuk merekam kondisi lalu lintas dari lokasi yang strategis yaitu dari jembatan penyeberangan orang yang berada diatas jalan dari titik pengamatan. Kegiatan merekam dilakukan selama 90 menit selama pemberlakuan jalur *contraflow*. Fokus rekaman adalah pada jalur *contraflow* dan jalur normal yang searah.

Data volume kendaraan diperoleh dengan menghitung jumlah kendaraan yang melalui satu titik dengan menggunakan counter. Perhitungan volume dilakukan pada masing masing lajur pengamatan dengan partisi satu menit sehingga didapatkan 90 data volume kendaraan per menit per lajur. Perhitungan volume ditujukan untuk mendapatkan distribusi data arus kendaraan per jam.

Data kecepatan diperoleh dengan menggunakan metode perhitungan *space mean speed* menggunakan persamaan dibawah

$$\text{Jarak (km)} = \text{Kecepatan (km/jam)} \times \text{Waktu (jam)} \quad (1)$$

Lalu persamaan ini diubah menjadi

$$\text{Kecepatan (km/jam)} = \text{Jarak (km)} / \text{Waktu (jam)} \quad (2)$$

Metode perhitungan kecepatan kendaraan dengan *space mean speed* dilakukan dengan menghitung kecepatan rata-rata kendaraan per menit per lajur selama 90 menit. Kecepatan rata-rata per menit diasumsikan terwakili oleh lima kendaraan setiap menitnya. Perhitungan kecepatan memerlukan data jarak dan waktu. Kedua data ini bisa didapatkan langsung dari survey.

Jarak dari  $t = 0$  detik ke  $t = 2$  detik diketahui dengan mengamati posisi kendaraan pada marka jalan pada Gambar 2. Pada jalan tol dalam kota ketentuan untuk panjang marka jalan adalah lima meter dan jarak spasi antar marka jalan adalah delapan meter. Penulis membuat ketentuan jarak dengan menentukan setiap panjang satu marka ditambah dengan satu spasi (13 meter) adalah 1 satuan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan jarak menjadi koefisien jarak. Koefisien jarak ini lalu dikalikan dengan 13 meter sehingga didapatkan jarak tempuh kendaraan dari  $t = 0$  detik ke  $t = 2$  detik.

Untuk mengetahui besar kecepatan kendaraan penulis menentukan dua detik sebagai waktu tetap pengamatan setiap kendaraan. Selama dua detik penulis menentukan jarak perpindahan dengan menentukan titik awal kendaraan yaitu pada saat  $t = 0$  detik dan titik

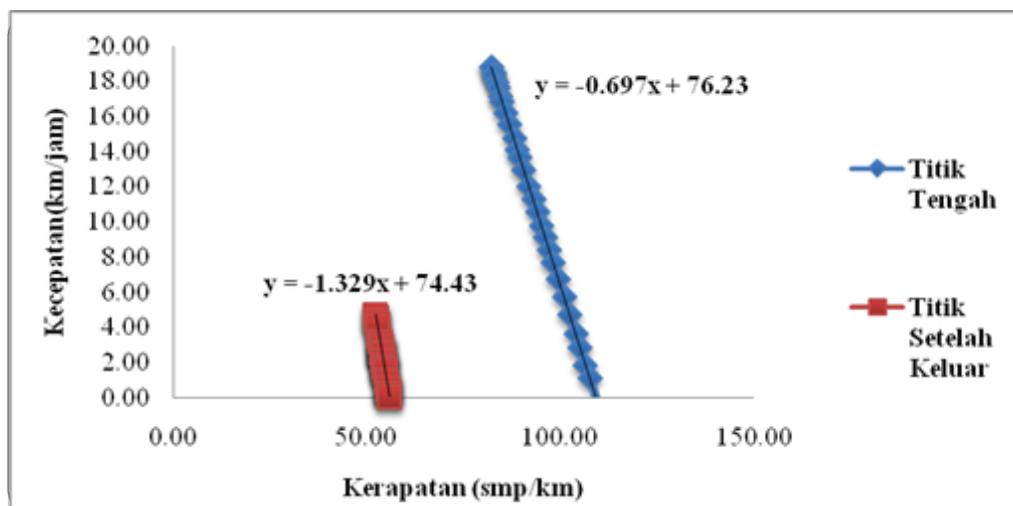
akhir saat  $t = 2$  detik. Nilai kecepatan didapatkan dengan menggunakan persamaan 2. Setelah nilai kecepatan kendaraan dihitung, perhitungan *space mean speed* per menit dapat dihitung.

Setelah survey, dilakukan pengolahan data survey untuk mendapatkan data karakteristik lalu lintas dari setiap titik dan setiap lajur. Setelah itu dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan tiga karakteristik utama lalu lintas yaitu volume per jam, kecepatan rata – rata per jam, dan kerapatan kendaraan per jam. Setelah itu dilakukan pembuatan grafik hubungan antar karakteristik lalu lintas yaitu volume vs kecepatan, kerapatan vs kecepatan dan kerapatan vs volume berdasarkan hasil pengolahan data survey.

Pengolahan data juga dilakukan menggunakan data sekunder. Data sekunder ini mengacu kepada MKJI, peraturan pengelola (Jasa Marga dan Bina Marga) dan Teori Greenshields. Dari ketiga sumber ini didapatkan nilai karakteristik lain seperti  $v/c$  ratio, kecepatan arus bebas ( $u_f$ ), kecepatan maksimal ( $u_{maks}$ ), kecepatan optimal ( $u_o$ ) dan kecepatan minimal ( $u_{min}$ ), kapasitas jalan ( $C$ ), volume maksimal ( $q_{maks}$ ), volume optimal ( $q_o$ ), kerapatan macet ( $k_j$ ) dan kerapatan optimal ( $k_o$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dengan *Teori Greenshields* dilakukan dengan menghubungkan karakter lalu lintas yaitu volume, kecepatan, dan kerapatan.



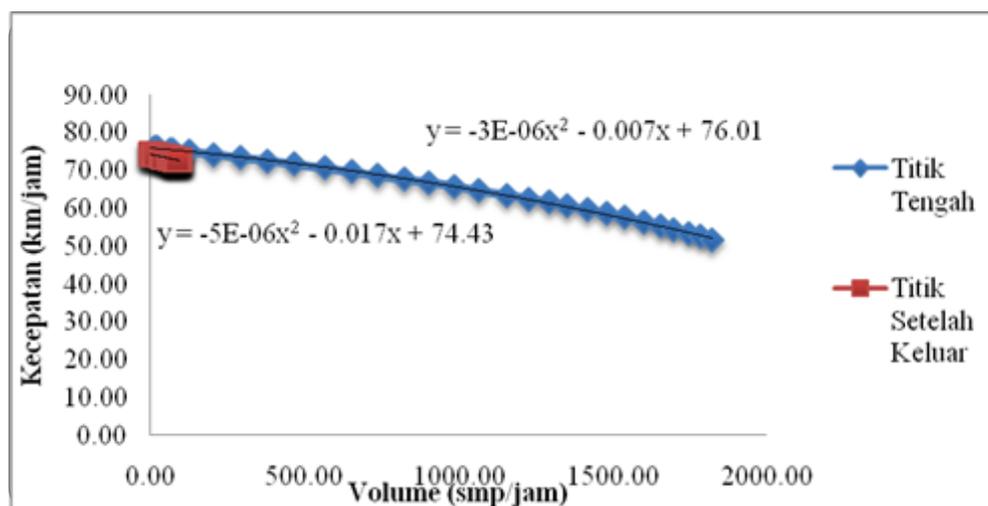
**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Kecepatan vs kerapatan

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara kerapatan vs kecepatan dari kedua titik pengamatan. Plot data dilakukan dari nilai kerapatan kendaraan per jam dari masing masing titik sebagai nilai sumbu x. Nilai ini lalu dimasukan kedalam persamaan dibawah untuk mendapatkan nilai kecepatan.

$$u = u_f - \left( \frac{u_f}{k_j} \right)$$

Dari data survey ditetapkan nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) dari kecepatan tertinggi dan *jam density* ( $k_j$ ) dari kerapatan tertinggi dari data pengamatan.

Dari Gambar diatas dapat terlihat bahwa sebaran data dari titik tengah lebih beragam. Grafik diatas menunjukkan bahwa terjadi variasi pergerakan kendaraan pada titik tengah yang lebih banyak (rentang data lebih besar) dari titik setelah keluar. Sebaran data juga menunjukkan bahwa tingkat kerapatan kendaraan pada titik tengah lebih besar dibandingkan dengan titik setelah keluar. Selain itu, kemiringan data titik setelah keluar pada grafik juga menunjukkan bahwa pergerakan kendaraan pada titik setelah keluar jauh lebih stabil dibanding dengan pergerakan kendaraan dari titik tengah. Perbedaan besar nilai kerapatan ini menunjukkan bahwa jarak antar kendaraan pada titik tengah lebih rapat dibandingkan dengan titik setelah keluar yang menggambarkan bahwa titik tengah mengalami kondisi lebih padat kendaraan.



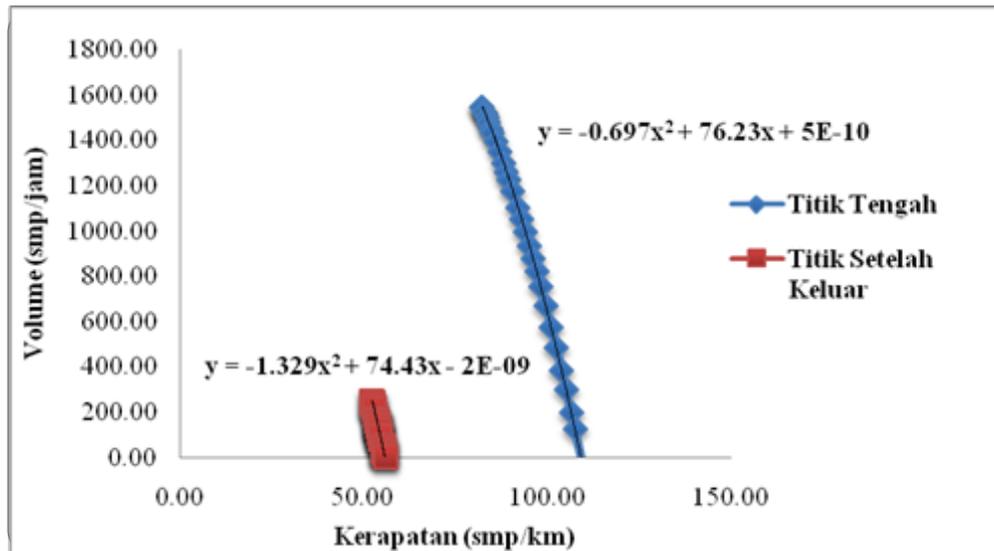
Gambar 3. Grafik Perbandingan Kecepatan vs Volume

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara kecepatan vs volume. Plot data dilakukan dengan cara memasukkan nilai kecepatan hasil survey kedalam persamaan dibawah untuk mendapatkan nilai pada sumbu x.

$$q = u_f k - \left( \frac{u_f}{k_j} \right) k^2$$

Nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) ditetapkan dari kecepatan tertinggi dan *jam density* ( $k_j$ ) dari kerapatan tertinggi dari data pengamatan.

Pada gambar diatas, dapat terlihat kecenderungan yang sama dengan Grafik hubungan kerapatan vs kecepatan yang menunjukkan bahwa nilai kecepatan dan volume dari titik setelah keluar jauh lebih stabil dibandingkan dengan titik tengah. Grafik diatas juga menunjukkan bahwa mayoritas kendaraan pada titik setelah keluar berada dalam zona kecepatan tinggi akan tetapi dalam kondisi arus lalu lintas yang lebih rendah. Titik tengah menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan menurun karena kendaraan mulai menumpuk sehingga terjadi peningkatan volume seiring dengan turunnya kecepatan pada titik tengah. Hal ini juga menunjukkan bahwa performa jalan yang baik terdapat pada titik setelah keluar karena dapat mendistribusikan kendaraan dengan kecepatan tinggi.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Kerapatan vs Volume

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara kerapatan vs volume. Pada grafik dilakukan plot data dengan cara memasukan nilai kerapatan hasil survey pada persamaan dibawah untuk mendapatkan nilai volume pada sumbu y.

$$q = \frac{k_j}{u_f} (u_f u - u^2)$$

Nilai kecepatan arus bebas ( $u_f$ ) ditetapkan dari kecepatan tertinggi dan *jam density* ( $k_j$ ) dari kerapatan tertinggi dari data pengamatan.

Pada gambar diatas pun terlihat kecenderungan yang sama dengan dua grafik sebelumnya. Titik setelah keluar memiliki nilai kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan titik tengah. Akan tetapi, kecenderungan grafik pada kedua titik memiliki kesamaan. Hal yang berbeda adalah sebaran data titik tengah lebih bervariasi yang dapat berarti kondisi lalu lintas yang tidak stabil jika dibandingkan dengan sebaran data titik setelah keluar. Grafik juga menunjukkan bahwa titik tengah cenderung lebih rentan terhadap kemacetan karena nilai kerapatan yang tinggi dan sebaran data yang lebih variatif dibandingkan dengan titik setelah keluar.

Setelah analisa itu, dilakukan analisa terhadap karakter lalu lintas yang mengacu pada sumber sekunder penelitian untuk mendapatkan parameter acuan lalu lintas. Parameter acuan ini didapatkan dari perhitungan MKJI untuk kecepatan arus bebas ( $u_f$ ), kapasitas jalan ( $C$ ), *v/c ratio*, dan nilai kerapatan macet (*jam density*). Selain MKJI, parameter acuan juga diambil dari sumber lain yaitu pengelola jalan tol antara lain Bina Marga dan Jasa Marga yang mengatur batas kecepatan operasi (kecepatan minimal dan maksimal), parameter tingkat layanan berdasarkan korelasi arus kendaraan dan kapasitas jalan dan *v/c ratio*.

**Tabel 1.** Parameter Acuan Karakteristik Lalu Lintas

MKJI	Bina Marga dan Jasa Marga
Kecepatan Arus Bebas	Kecepatan Minimal
Jalur normal : 90 km/jam	Jalur normal (Jasa Marga) : 60 km/jam (kecepatan operasi)
Jalur <i>contraflow</i> : 82 km/jam	Kecepatan Maksimal
Kapasitas jalan	Kecepatan rencana minimal (Bina Marga) : 80 - 100 km/jam
Jalur normal : 2400 kend/jam/lajur	Kecepatan maksimal jalur <i>contraflow</i> (Jasa Marga) : 40 km/jam (kecepatan operasi)
Jalur <i>Contraflow</i> : 1700 kend/jam	Kapasitas Jalur <i>Contraflow</i> (Menurut tingkat pelayanan A-C)
<i>V/C ratio</i>	700 - 1275 kend/jam (range perencanaan menurut perhitungan 2/2 UD MKJI)
Ideal dibawah 0.75	<i>V/C ratio</i>
Kerapatan Macet	Ideal dibawah 0.75
170 kend/km	

Tabel dibawah merupakan hasil pengolahan data dari hasil survey lalu lintas pada titik tengah yang menunjukkan kecenderungan pergerakan kendaraan yang diperoleh dari hasil pengolahan data survey. Data ini selanjutnya digunakan sebagai perbandingan dengan data parameter acuan untuk dianalisa lebih lanjut.

**Tabel 2.** Perbandingan Hasil Perhitungan Karakteristik Lalu Lintas Titik Tengah

No	Karakteristik Lalu Lintas	Keterangan	Lajur 1	Lajur 2	Lajur 3	Jalur <i>Contraflow</i>
1	Kecepatan					
	$u_m$	Kecepatan tertinggi	92.13 km/jam	101.39 km/jam	75.51 km/jam	36.37 km/jam
	$u_{min}$	Kecepatan terendah	59.74 km/jam	65.18 km/jam	48.10 km/jam	33.29 km/jam
	$u_{rata - rata}$	Rerata kecepatan	78.12 km/jam	86.09 km/jam	63.39 km/jam	34.95 km/jam
2	Volume					
	$q_m$	Volume tertinggi	1868 smp/jam/lajur	1601 smp/jam/lajur	1539 smp/jam/lajur	1337 smp/jam/lajur
	$q_{min}$	Volume terendah	1624 smp/jam/lajur	1335 smp/jam/lajur	1419 smp/jam/lajur	1252 smp/jam/lajur
	<i>V/C ratio</i> 6/2 D	6 lajur 2 arah terbagi	0.78	0.67	0.64	0.56
	<i>V/C ratio</i> 2/2 UD	2 lajur 2 arah terbagi	-	-	-	0.79
3	Kerapatan					
	$k_m$	Kerapatan tertinggi	27.18 smp/km	20.60 smp/km	29.49 smp/km	37.61 smp/km
	$k_{min}$	Kerapatan terendah	19.69 smp/km	15.62 smp/km	20.26 smp/km	36.60 smp/km

Kecepatan pada jalur normal menunjukkan kisaran angka kecepatan 48 – 101 km/jam. Melihat pada tabel 2, kinerja kecepatan rata – rata lajur 1, 2 dan 3 masuk didalam jangkauan batas kecepatan karena berada diatas 60 km/jam. Diantara ketiga lajur, lajur 3 memiliki kinerja rata – rata kecepatan terendah. Hal ini dapat dilihat pada hasil rekaman survey. Hasil rekaman menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan arus kendaraan secara

mayoritas menuju lajur 1 dari lajur 2 dan 3. Keadaan ini membuat arus kendaraan pada lajur 3 menurunkan kecepatan.

Sedangkan untuk jalur *contraflow*, rerata kecepatan pada jalur *contraflow* menunjukkan jangkauan nilai yang stabil antara 33-36 km/jam. Hal ini pun menunjukkan bahwa pergerakan kendaraan pada jalur *contraflow* masih didalam kisaran kecepatan yang wajar melihat batas atas kecepatan izin pada jalur ini adalah 40 km/jam. Kestabilan kecepatan yang dimiliki jalur *contraflow* cocok dengan hasil pengamatan dan mengindikasikan bahwa jalur ini tidak mengalami kemacetan yang menyebabkan berkurangnya efektifitas jalur *contraflow*. Efektifitas dari pemberlakuan jalur *contraflow* dapat dinilai melalui kinerja kapasitas pada penjelasan paragraf selanjutnya.

$V/c$  ratio pada lajur 2 dan lajur 3 memiliki nilai 0.67 dan 0.64 yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada lajur ini berada pada kondisi kinerja pelayanan yang baik karena masih berada dibawah nilai 0.75. Sedangkan lajur 1 memiliki nilai  $v/c$  ratio sebesar 0.78. Nilai ini berada dalam batas kritis dan menunjukkan bahwa bahwa lajur ini bermasalah dengan kapasitas. Akan tetapi, nilai kecepatan pada lajur ini berada dalam kondisi jangkauan batas kecepatan perencanaan. Hubungan antara volume dan kecepatan pada lajur 1 menunjukkan bahwa nilai kapasitas lajur lebih besar dibandingkan hasil perhitungan. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa lebar lajur 1 melebihi lebar jalan rencana tertinggi sehingga lajur 1 dapat menampung kendaraan dalam jumlah besar dengan kinerja kecepatan yang tinggi.

Sedangkan jalur *contraflow* menunjukkan arus kendaraan yang berada diantara nilai 1250 – 1340 smp/jam. Volume ini senilai dengan  $v/c$  ratio jalan 2/2 UD sebesar 0.79. Nilai  $v/c$  ratio 0.79 menunjukkan bahwa jalur *contraflow* berada dalam kondisi hampir jenuh. Akan tetapi, hasil pengamatan menunjukkan pergerakan arus kendaraan yang stabil. Hal ini dapat dilihat dari nilai kecepatan dan volume yang lebih stabil dibandingkan dengan jalur normal. Selain itu, kestabilan nilai karakteristik lalu lintas menunjukkan bahwa jalur ini memiliki kontribusi besar pada kapasitas jalan tol di titik tengah. Kedua hubungan antara  $v/c$  ratio dan kestabilan nilai karakteristik lalu lintas menunjukkan bahwa efektifitas pemberlakuan jalur ini masih dalam kinerja yang baik.

Untuk nilai kerapatan, hasil pengolahan data survey menunjukkan kisaran angka kerapatan pada jalur normal menunjukkan pergerakan kendaraan yang tidak stabil karena memiliki jangkauan nilai yang besar. Akan tetapi diantara ketiga lajur, lajur 2 memiliki jangkauan nilai yang paling rendah dan menunjukkan bahwa lajur 2 memiliki nilai jangkauan kerapatan yang paling baik dari jalur normal.

Sedangkan jalur *contraflow* menunjukkan nilai kerapatan antara 37 – 38 smp/km. yang menyatakan bahwa jalur ini berada dalam kondisi arus yang mendekati kapasitas. Hal ini sesuai dengan survey yang menunjukkan bahwa jalur ini padat dan tidak terjadi kondisi macet. Pada akhirnya, keseluruhan nilai kerapatan kendaraan pada titik tengah menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas berada dalam kondisi arus yang tinggi akan tetapi masih diluar kondisi macet.

**Tabel 3.** Perbandingan Hasil Perhitungan Karakteristik Lalu Lintas Titik Setelah Keluar

No	Karakteristik Lalu Lintas	Keterangan	Lajur Kiri	Lajur Kanan	Jalur <i>Contraflow</i>
1	Kecepatan				
	$u_m$	Kecepatan tertinggi	69.96 km/jam	93.57 km/jam	59.81 km/jam
	$u_{min}$	Kecepatan terendah	68.85 km/jam	89.94 km/jam	59.11 km/jam
	$u_{rata - rata}$	Rerata kecepatan	69.32 km/jam	91.26 km/jam	59.39 km/jam
2	Volume				
	$q_m$	Volume tertinggi	1330 smp/jam/lajur	1408 smp/jam/lajur	1349 smp/jam/lajur
	$q_{min}$	Volume terendah	1245 smp/jam/lajur	1317 smp/jam/lajur	1332 smp/jam/lajur
	<i>V/C ratio</i> 6/2 D	6 lajur 2 arah terbagi	0.55	0.59	0.56
	<i>V/C ratio</i> 2/2 UD	2 lajur 2 arah terbagi	-	-	0.79
3	Kerapatan				
	$k_m$	Kerapatan tertinggi	19.18 smp/km	15.64 smp/km	22.81 smp/km
	$k_{min}$	Kerapatan terendah	17.81 smp/km	14.10 smp/km	22.33 smp/km

Tabel diatas menunjukkan bahwa lalu lintas jalur normal pada titik ini berada dalam kondisi yang baik. Terlihat dari kerapatan kendaraan yang rendah, *v/c ratio* dibawah 0.75, kecepatan yang tinggi pada setiap lajur, kecepatan pada lajur kanan lebih tinggi daripada lajur kiri, dan kecepatan pada jalur *contraflow* cenderung berada diatas 40 km/jam.

Kecepatan jalur normal pada titik ini berada pada kisaran 60 – 94 km/jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa pergerakan kendaraan berada dalam jangkauan batas kecepatan sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja kecepatan pada jalur normal adalah baik. Nilai kecepatan yang tinggi dari jalur normal pada titik ini memberikan indikasi bahwa zona keluar dari jalur *contraflow* tidak mengganggu kinerja kecepatan pada jalur normal. Sedangkan pada jalur *contraflow*, terlihat rerata kecepatan stabil pada kisaran 60 km/jam. Kecepatan ini berada diatas batas kecepatan izin jalur *contraflow* yaitu 40 km/jam. Nilai kecepatan kendaraan pada jalur *contraflow* mengindikasikan bahwa tidak terdapat gangguan pada pergerakan kendaraan yang diakibatkan oleh pergerakan kendaraan di jalur normal.

Menurut hasil perhitungan pada tabel 4.24, kinerja arus kendaraan pada titik ini berada pada kisaran 1200 – 1400 kend/jam. Nilai *v/c ratio* pada jalur normal juga menunjukan tingkat layanan yang baik karena berada dibawah nilai 0.75. Selain itu pada tabel 4.24, menurut perhitungan tipe jalan 6/2 D, di titik ini terlihat bahwa arus kendaraan pada jalur *contraflow* relatif lebih tinggi dibandingkan dengan lajur 1 dan hampir memiliki nilai yang sama dengan lajur 2. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat penggunaan jalur *contraflow* berada dalam titik yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jalur ini efektif karena dapat mengalirkan arus kendaraan dalam jumlah yang relatif besar.

Hasil pengolahan data untuk nilai kerapatan (k) di titik ini pada lajur normal menunjukan nilai kerapatan berada dalam kondisi arus kendaraan yang lancar dan stabil. Hal ini menunjukkan bahwa lalu lintas pada titik ini berada dalam kondisi lancar. Sedangkan pada jalur *contraflow*, sekalipun nilai kerapatan pada jalur *contraflow* memiliki nilai yang lebih

tinggi dari jalur normal, rentang data menunjukkan bahwa lalu lintas pada jalur *contraflow* juga berada pada kondisi yang stabil.

**Tabel 4.** Perbandingan Karakter Lalu Lintas Titik Tengah dan Titik Setelah Keluar Jalur *Contraflow*

No	Karakteristik Lalu Lintas	Keterangan	Titik Tengah	Titik Setelah Keluar
1	Kecepatan			
	$u_m$	Kecepatan tertinggi	76.23 km/jam	74.43 km/jam
	$u_{min}$	Kecepatan terendah	51.58 km/jam	72.69 km/jam
	$u_{rata - rata}$	Rerata kecepatan	65.64 km/jam	73.33 km/jam
2	Volume			
	$q_m$	Volume tertinggi	6310 smp/jam/lajur	4077 smp/jam/lajur
	$q_{min}$	Volume terendah	5638 smp/jam/lajur	3901 smp/jam/lajur
	<i>V/C ratio</i>	Satu Jalur 3 Lajur	0.78 - 0.88	0.57
	<i>V/C ratio</i>	Satu Jalur 3 Lajur + 1 Jalur <i>Contraflow</i>	0.63 - 0.71	-
3	Kerapatan			
	$k_m$	Kerapatan tertinggi	109.31 smp/km	55.99 smp/km
	$k_{min}$	Kerapatan terendah	82.33 smp/km	52.41 smp/km

Dari nilai yang telah didapatkan dari masing – masing titik pengamatan pada tabel 4, dapat terlihat bahwa titik tengah memiliki nilai karakteristik lalu lintas yang lebih rendah dibandingkan dengan titik setelah keluar (perbandingan tabel karakteristik lalu lintas kedua titik). Selain itu, kinerja arus kendaraan titik setelah keluar menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan kinerja arus kendaraan titik tengah. Hal ini dapat terlihat dari jangkauan data masing – masing karakter lalu lintas dari titik setelah keluar yang lebih stabil dibandingkan dengan titik tengah.

Rentang nilai kecepatan menunjukkan bahwa pergerakan kendaraan pada titik setelah keluar jauh lebih stabil dibandingkan dengan titik tengah. Hal ini menunjukkan bahwa lalu lintas pada titik tengah mengalami masalah sehingga nilai kecepatan kendaraan pada titik tengah cenderung mendekati kecepatan minimal kendaraan pada jalan tol (60 km/jam). Lain hal dengan titik tengah, kecepatan kendaraan pada titik setelah keluar menunjukkan bahwa lalu lintas berada dalam kondisi lancar. Hal ini dapat terlihat dari rentang kecepatan yang stabil dan rerata kecepatan yang tinggi. Nilai volume dan kerapatan juga menunjukkan bahwa pada titik tengah berada dalam kondisi tidak stabil. Hal ini pun dapat terlihat dari tingginya rentang data volume dan kerapatan dari titik tengah dibandingkan dengan titik setelah keluar.

Dari hasil perbandingan terlihat bahwa titik keluar jalur *contraflow* cenderung memiliki kondisi lalu lintas stabil. Tidak terlihat bahwa titik setelah keluar mengalami gangguan lalu lintas akibat pemberlakuan jalur *contraflow*. Hal ini menunjukkan bahwa tidak perlu adanya kekhawatiran dari pengelola jalan tol untuk mengkhawatirkan terganggunya lalu lintas disekitar lokasi keluar jalur *contraflow*.

Pada analisa volume, dapat terlihat efek dari pemberlakuan jalur *contraflow*. Pada titik setelah keluar, tidak terlihat adanya masalah kapasitas jalan yang dapat terlihat dari nilai *v/c ratio* dibawah 0.75 yang menunjukkan bahwa lalu lintas berada dalam kondisi pelayanan yang baik. Sedangkan pada titik tengah, dapat terjadi dua kondisi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, dapat diambil kesimpulan yang berkaitan dengan tujuan penelitian sebagai berikut :

Perbandingan grafik hubungan karakter lalu lintas antara dua titik dengan menggunakan *Teori Greenshields* menunjukkan bahwa pada setiap hubungan karakter lalu lintas di titik tengah terjadi variasi yang lebih banyak pada sebaran data dan pada titik setelah keluar terjadi sebaran data yang relatif lebih stabil.

Perbandingan grafik menunjukkan bahwa kinerja lalu lintas pada titik setelah keluar lebih baik karena pada grafik hubungan kerapatan vs kecepatan dan kerapatan vs volume memiliki nilai kerapatan yang cenderung lebih rendah dan stabil dibandingkan dengan nilai kerapatan titik tengah

Perbandingan grafik menunjukkan bahwa kinerja lalu lintas pada titik setelah keluar lebih baik karena pada grafik hubungan volume vs kecepatan memiliki sebaran data yang stabil mendekati kondisi arus bebas.

Berdasarkan hasil analisa kinerja lalu lintas per titik, karakter lalu lintas kendaraan jalur normal pada titik tengah berada pada kondisi tidak stabil karena memiliki rentang data yang besar.

Berdasarkan hasil analisa kinerja lalu lintas per titik, nilai jangkauan karakter lalu lintas kendaraan pada jalur *contraflow* titik tengah berada pada kondisi pada batas stabil dengan nilai kerapatan tinggi (37 - 38 smp/km/lajur) dan kecepatan rendah (33 – 36 km/jam).

Berdasarkan hasil analisa kinerja lalu lintas per titik, karakter lalu lintas kendaraan pada titik setelah keluar berada pada kondisi stabil mendekati arus bebas dengan nilai kecepatan berada pada rentang batas kecepatan, *v/c ratio* dibawah 0.75, dan nilai kerapatan dibawah 20 smp/km/lajur.

Berdasarkan hasil analisa kinerja lalu lintas per titik, nilai jangkauan karakter lalu lintas kendaraan pada jalur *contraflow* titik setelah keluar berada pada kondisi stabil dengan nilai kerapatan 22 - 23 smp/km/lajur dan kecepatan tinggi 59 – 60 km/jam.

Berdasarkan hasil perbandingan karakter lalu lintas antara titik tengah dan titik setelah keluar jalur *contraflow*, nilai karakteristik lalu lintas pada titik setelah keluar lebih stabil dan lebih baik dalam pelayanan kapasitas (*v/c ratio* dibawah 0.6) dibandingkan dengan nilai karakteristik lalu lintas titik tengah karena tidak stabil dan pelayanan kapasitas yang lebih buruk dibandingkan titik setelah keluar (*v/c ratio* diatas 0.6).

Berdasarkan hasil perbandingan *v/c ratio* pada titik tengah antara asumsi kondisi jalan tanpa tambahan kapasitas dengan tambahan kapasitas melalui *contraflow* dan terbukti bahwa pemberlakuan jalur *contraflow* memberikan efek pada kapasitas jalan dengan mengurangi nilai *v/c ratio* sebesar 0.15 – 0.17.

Berdasarkan hasil perbandingan *v/c ratio* pada titik tengah antara asumsi kondisi jalan tanpa tambahan kapasitas dengan tambahan kapasitas melalui *contraflow*, pemberlakuan

jalur *contraflow* merupakan solusi yang memberikan efek yang baik pada kinerja lalu lintas Jalan Tol Lingkar Dalam Kota Ruas Cawang – Semanggi.

Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan sehingga dibutuhkan peningkatan pada beberapa hal untuk meningkatkan akurasi data. Hal tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

Melakukan pengamatan dari titik yang memiliki sudut pandang luas dan tidak terganggu oleh benda asing.

Menggunakan kamera dengan pixel lebih tinggi.

Melakukan pengamatan lebih lama untuk setiap titik sehingga data lebih banyak sehingga akurasi semakin tinggi

Menggunakan titik pengamatan yang lebih banyak sehingga terlihat distribusi data yang lebih baik.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Direktorat Bina Jalan Kota.1997.*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Bina Sistem Transportasi Perkotaan. 2009.*Pedoman Teknis Panduan Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan*.Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2009. *Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Mathew, Tom V. dan K. V. Krishna Rao. 2006. *Traffic Stream Models : Introduction to Transportation Engineering*. Bombay: NPTEL.
- May, Adolf D. 1990.*Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey: Printice Hall, Inc.
- Menteri Perhubungan. 2006. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: Km 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan*. Jakarta: Kementrian Perhubungan.
- NCHRP. 2004. *Convertible Roadways and Lanes*. WASHINGTON, D.C.: Transportation Research Board.
- Wohl, Martin dan Brian V. Martin. 1967. *Traffic System Analysis : For Engineers and Planners*. New York: McGraw-Hill, Inc.

## WAKTU ANTARA BUS TRANS METRO BANDUNG KORIDOR CICAHEUM-CIBEUREUM

**Bella Pamuji Ramdhan**  
Mahasiswa Program Sarjana,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
pamujibella@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**  
Staf Pengajar  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
vftribas@unpar.ac.id

### Abstract

Headway is an important factor for public transport users and operators, since headway is one of the quality of service indicators of public transportation system. The purpose of this study is to describe the headway of bus Trans Metro Bandung (TMB) in the corridor of Cicaheum-Cibeureum and analyze the headway distribution. The statistical distribution of TMB's headway in each shelter has similar distribution, namely the gamma distribution with average as much as 27 minutes. Study results show that the headway distribution for one week data observation has gamma distribution with average as much as 27 minutes.

**Keywords:** *Public transportation, headway, Trans Metro Bandung, gamma distribution*

### Abstrak

Waktu antaramerupakan faktor penting bagi pengguna angkutan publik dan operator karena waktu antara adalah salah satu indikator kualitas dari sistem transportasi angkutan publik. Tujuan studi ini adalah mendeskripsikan nilai waktu antara bus Trans Metro Bandung koridor Cicaheum-Cibeureum dan menganalisis distribusi waktu antara. Distribusi statistik dari waktu antara bus Trans Metro Bandung setiap halte memiliki jenis distribusi yang sama, yaitu distribusi gamma. Nilai rata-rata waktu antara pada setiap halte adalah sebesar 27 menit. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi waktu antara untuk pengamatan selama satu minggu memiliki distribusi gamma dengan rata-rata sebesar 27 menit.

**KataKunci:** *Transportasi publik, waktu antara, Trans Metro Bandung, distribusi gamma*

## PENDAHULUAN

*Bus Rapid Transit* (BRT) merupakan istilah untuk sistem transportasi yang menggunakan bus dengan layanan yang lebih tinggi kualitasnya dibanding bus kota pada umumnya (Wright, 2007). BRT meliputi pelayanan dengan bus besar dan *trolley bus* yang beroperasi di jalan raya bersama-sama lalu lintas umum (*mixed traffic*), atau dipisahkan dari lalu lintas umum dengan marka (*buslane*), atau dioperasikan pada lintasan khusus (*busway*) (Arif dan Tejokusumo, 2004). Tann (2009) mengatakan bahwa terdapat tujuh fitur utama pada BRT, yaitu lajur khusus, tempat pemberhentian, kendaraan yang dipakai, sistem pembayaran, aplikasi *intelligent transportation system* (ITS), perencanaan pelayanan serta operasi, dan merk dagang. Ketujuh fitur utama ini memiliki karakteristik dan implementasi yang berbeda yang dapat digunakan BRT pada suatu kota, sehingga penerapan di lapangan perlu disesuaikan dengan situasi dan kondisi pada suatu kota.

Indonesia telah mengimplementasikan sistem transportasi BRT di berbagai kota, diantaranya adalah Trans Metro Bandung (TMB). Sampai dengan tahun 2013, TMB memiliki dua koridor, yaitu koridor 1 yang berada di sepanjang Jalan *By pass* Soekarno Hatta dan Jalan Jendral Sudirman Bandung sejauh 20 km dan koridor 2 yang mulai beroperasi pada tahun 2012, memiliki panjang rute sejauh 12 km (Dinas Perhubungan Kota Bandung, 2013).

Tujuan studi ini adalah mendeskripsikan nilai waktu antara dan menganalisis distribusi waktu antara untuk data tiap halte dan data gabungan satu minggu. Penelitian ini memilih TMB koridor jurusan Cicaheum-Cibeureum. Penelitian tentang waktu antara Trans Metro Bandung ini dilakukan pada tahun 2013. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu bahan pengembangan bus TMB rute perjalanan Cicaheum-Cibeureum.

## WAKTU ANTARA KEDATANGAN BUS

Perencanaan sistem operasi angkutan umum memerlukan informasi mengenai nilai waktu antara, kapasitas, kecepatan, jarak tempuh, dan frekuensi (Vuchic, 2007). Sebagai salah satu indikator sistem operasi angkutan umum, waktu antara merupakan faktor penting bagi pengguna angkutan publik dan operator. Waktu antara akan berpengaruh pada waktu tunggu penumpang, waktu perjalanan bus, dan tingkat pengisian bus (Hill, 2003). Waktu antara dipengaruhi oleh jadwal operasi yang tidak tetap, bus tidak melintas di jalur khusus, atau operator bus tidak disiplin berhenti di halte yang telah disediakan (Skinner et al., 2003).

Waktu antara atau *headway* adalah selang waktu antara dua unit kendaraan berturut-turut yang melewati satu titik yang telah ditetapkan pada trayek transit untuk tujuan yang sama (Skinner et al., 2003). Nilai ini ditentukan pada saat perancangan dan menjadi acuan jumlah armada yang sebaiknya dioperasikan oleh operator pada waktu-waktu tertentu (Rahmah, 2013).

Distribusi waktu antara kendaraan dipengaruhi oleh keadaan arus lalu lintas. Keadaan arus lalu lintas dapat diklasifikasi menjadi tiga, yaitu klasifikasi arus tinggi, arus rendah, dan arus menengah (Zala, 2011). Klasifikasi arus tinggi (*High Volume Flow*) ditemukan saat nilai waktu antara yang didapat mendekati nilai yang sama (konstan) antar kendaraan karena arus di lapangan sangat tinggi dan mendekati pada kemacetan. Klasifikasi arus rendah (*Low Volume Flow*) terjadi saat nilai waktu antara didapat melalui proses acak karena tidak ada interaksi kedatangan antara dua kendaraan.

Pada pemodelan waktu antara kendaraan yang menggunakan data lalu lintas bercampur didapat hasil bahwa distribusi lognormal dan distribusi weibull dapat menjelaskan kondisi tersebut. Distribusi lognormal dan distribusi Weibull dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Distribusi Weibull ditemukan pada jumlah aplikasi data yang besar (Walpole et al., 1999).

Pemodelan distribusi waktu antara oleh Richter et al. (2009) pada bus kota di belakang lampu lalu lintas menemukan bahwa distribusi gamma dapat menjelaskan kejadian tersebut. Studi sejenis juga menunjukkan distribusi gamma dapat menjelaskan waktu antara di jalan perkotaan, lokasi studi adalah Ryadh (Al-Ghamdi, 2001). Persamaan distribusi gamma ditunjukkan pada persamaan 1.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, & \text{untuk } x \geq 0 \\ 0, & \text{untuk } x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} x^{\alpha-1} e^{-x} dx \text{ untuk } \alpha > 1 \quad (2)$$

dengan:

- $f(x)$  = Fungsi Kerapatan Peluang
- $\Gamma(\alpha)$  = Fungsi Gamma
- $A$  = Parameter Bentuk
- $B$  = Parameter Skala
- $X$  = Waktu Antara (menit)

Salah satu dari uji kebaikan suai (*test of goodness of fit*) yang dilakukan untuk mengetahui dengan pasti seberapa bagus distribusi sesuai dengan data adalah metode Anderson Darling, selain metode *Chi-Square* dan metode *Kolmogorov Smirnov* (Ang dan Tang, 2007). Nilai Anderson Darling dihitung dengan menggunakan persamaan 3. Adapun hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0$ : Pola sebaran waktu antara bus TMB cocok dengan jenis distribusi tertentu.

$H_1$ : Pola sebaran waktu antara bus TMB tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

$$A^2 = -n - \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(2i-1)\{\ln Fx(xi) + \ln [1-Fx(x_{n+1-i})]\}}{n} \right] \quad (3)$$

dengan:

- $A^2$  = Nilai Anderson Darling
- $N$  = Ukuran Sampel
- $F$  = Fungsi Kumulatif Distribusi
- $x_i$  = Frekuensi Observasi Pada Kelompok Ke- $i$

Pada pengujian menggunakan metode Anderson Darling untuk distribusi gamma, nilai kritis dari  $c_\alpha$  bergantung pada parameter bentuk (Ang dan Tang, 2007). Nilai kritis dari  $c_\alpha$  ditunjukkan pada Tabel 1, sehingga nilai statistika Anderson Darling disesuaikan dengan nilai  $\alpha$ -nya sebagai bentuk pada distribusi gamma yang ditunjukkan pada persamaan 4.

$$A^* = A^2 \left( 1,0 + \frac{0,6}{n} \right) \text{ dengan } \alpha = 1 \quad (4)$$

$$A^* = A^2 + \frac{0,2 + \frac{0,3}{\alpha}}{n} \text{ dengan } \alpha \geq 2 \quad (5)$$

dengan:

- $A^*$  = Nilai Statistika Anderson Darling
- $n$  = Ukuran Sampel
- $\alpha$  = Parameter Bentuk

**Tabel 1** Nilai Kritis  $C_\alpha$  Pada Tingkat Signifikansi Metode Anderson Darling Untuk Distribusi Gamma (Ang dan Tang, 2007)

K	Tingkat Signifikansi $\alpha$					
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,486	0,657	0,786	0,917	1,092	1,227
2	0,477	0,643	0,768	0,894	1,062	1,190
3	0,475	0,639	0,762	0,886	1,052	1,178
4	0,473	0,637	0,759	0,883	1,048	1,173
5	0,472	0,635	0,758	0,881	1,045	1,170
6	0,472	0,635	0,757	0,880	1,043	1,168
8	0,471	0,634	0,755	0,878	1,041	1,165
10	0,471	0,633	0,754	0,877	1,040	1,164
12	0,471	0,633	0,754	0,876	1,038	1,162
15	0,470	0,632	0,754	0,876	1,038	1,162
20	0,470	0,632	0,753	0,875	1,037	1,161
$\infty$	0,470	0,631	0,752	0,873	1,035	1,159

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam studi ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan bantuan kamera perekam untuk merekam waktu antara bus yang beroperasi. Survei dilengkapi dengan lembar untuk pencatatan waktu antara, surveyor, dan perangkat kamera. Dalam pengerjaan studi ini, data sekunder yang digunakan adalah data yang tersedia dari literatur dan studi terdahulu yang berkaitan tentang waktu antara dan Trans Metro Bandung yang diperoleh dari instansi yang terkait dengan penyelenggaraan TMB.

Survei dilaksanakan pada tanggal 14 Desember 2013 sampai dengan 20 Desember 2013. Survei dilaksanakan pada jam operasi layanan TMB dari pukul 06.30 sampai dengan pukul 15.30. Lokasi survei berada pada empat halte yakni, halte Jl. Cicadas Cicaheum – depan Bank BCA, halte perempatan Jl. Jakarta – depan Stadion Persib, halte depan Kosambi – Pos Giro, dan halte Jl. Asia Afrika Alun Alun – depan Bank Panin. Tahapan yang dilakukan saat melakukan survei ini diawali dengan menempatkan surveyor yang dibutuhkan untuk mencatat dan melihat rekaman kamera perekam waktu kedatangan bus. Setiap halte ditempati oleh dua surveyor dengan satu kamera perekam yang terletak di empat halte

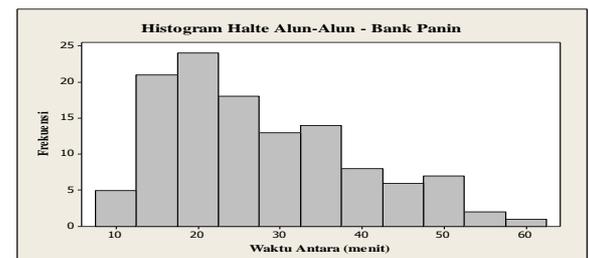
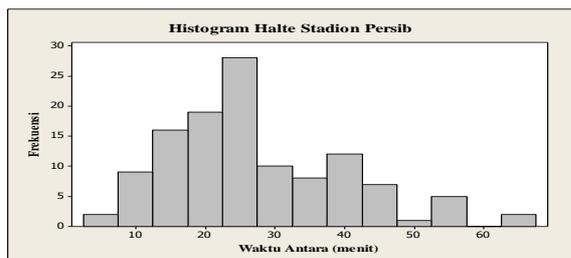
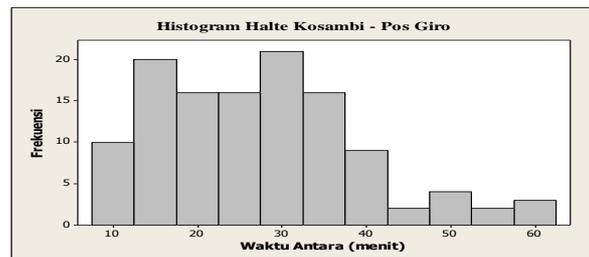
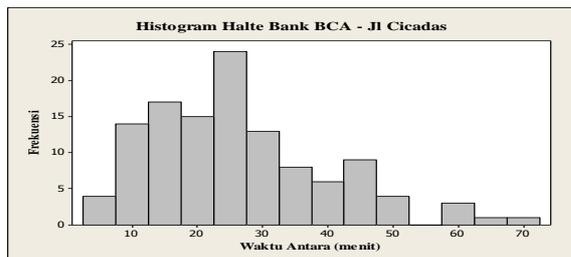
## ANALISIS DATA

### Deskripsi Waktu Antara

Data waktu kedatangan dan waktu antara bus TMB diolah untuk pengamatan selama waktu satu minggu, yaitu dari tanggal 14 Desember 2013 sampai dengan tanggal 20 Desember 2013. Armada yang beroperasi pada saat survei terdiri atas enam unit. Tabel 2 menunjukkan deskripsi data waktu antara bus TMB berdasarkan halte yang ditinjau selama satu minggu penuh. Gambar 1 menunjukkan histogram waktu antara bus TMB berdasarkan halte yang ditinjau selama satu minggu penuh.

**Tabel 2** Deskripsi Data Waktu Antara Bus TMB Berdasarkan Halte Yang Ditinjau

Halte	N	Min.	Maks.	Rata-Rata Waktu Antara (menit)	Simpangan Baku
Halte Bank BCA – Cicadas	119	4,00	69,00	27,00	13,76
Halte Depan Stadion Persib	119	7,00	63,00	27,23	12,78
Halte Kosambi – Pos Giro	119	8,00	62,00	27,47	12,47
Halte Bank Panin – Alun-Alun	119	7,00	67,00	27,53	11,50



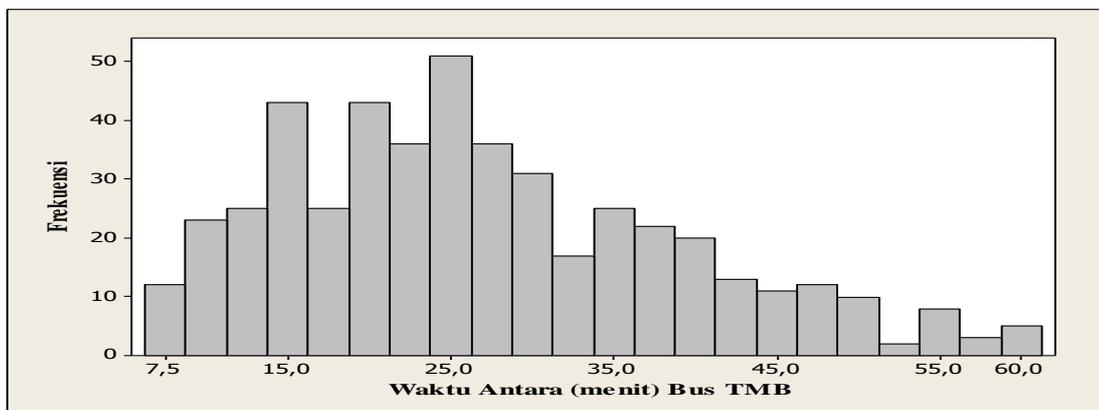
**Gambar 1** Histogram Waktu Antara Bus TMB Berdasarkan Halte Yang Ditinjau

Tabel 3 menunjukkan menyajikan nilai rata-rata waktu antara per hari. Jumlah waktu antara dalam satu hari adalah sebesar 68. Bus yang beroperasi pada saat survei dilakukan dalam satu minggu adalah enam bus per hari dengan frekuensi sebanyak tiga rit per hari.

**Tabel 3** Deskripsi Data Waktu Antara Bus TMB per Hari

Hari	N	Min.	Maks.	Rata-Rata Waktu Antara (menit)	Simpangan Baku
Senin	68	7,00	58,00	29,00	12,24
Selasa	68	4,00	67,00	28,00	10,04
Rabu	68	10,00	50,00	27,00	10,12
Kamis	68	10,00	47,00	23,00	7,53
Jumat	68	11,00	49,00	28,00	9,45
Sabtu	68	4,00	59,00	26,00	11,37
Minggu	68	11,00	47,00	27,00	9,20

Berdasarkan pengamatan waktu antara selama satu minggu penuh didapat rata-rata waktu antara sebesar 27 menit. Perhitungan mendapatkan nilai median dan simpangan baku sebesar 25 menit dan 12 menit. Gambar 2 menunjukkan histogram waktu antara bus TMB untuk pengamatan selama satu minggu penuh.



**Gambar 2** Histogram Waktu Antara Bus TMB Dalam Satu Minggu

**Analisis Waktu Antara Bus Trans Metro Bandung Berdasarkan Halte Yang Ditinjau**  
 Untuk mengetahui jenis distribusi waktu antara bus TMB berdasarkan halte yang ditinjau, maka dilakukan uji kebaikan suai (*Goodness of fit*) Anderson Darling. Analisis dimulai dengan penyajian histogram waktu antara. Berdasarkan histogram waktu antara bus TMB setiap halte yang ditinjau, waktu antara bus TMB diduga memiliki jenis distribusi peluang variabel acak normal, distribusi lognormal, distribusi Weibull atau distribusi gamma. Dapat dilihat bahwa histogram waktu antara bus TMB memiliki bentuk yang menggunggung (*mound-shaped*) seperti bentuk lonceng (*bell-shaped*) yang merupakan karakteristik dari distribusi peluang variabel acak normal (Walpole, 1999).

Tabel 4 menunjukkan hasil uji kebaikan suai distribusi peluang variabel acak waktu antara bus TMB untuk pengamatan setiap halte selama satu minggu. Hipotesis yang digunakan untuk analisis tersebut adalah:

- H<sub>0</sub>: Pola sebaran waktu antara bus TMB cocok dengan jenis distribusi tertentu.
- H<sub>1</sub>: Pola sebaran waktu antara bus TMB tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

**Tabel 4** Hasil Uji *Goodness of fit* Waktu Antara Bus TMB pada tiap Halte yang Ditinjau Selama Satu Minggu

Halte	Jenis Distribusi	AD	<i>p-value</i>
Halte Bank BCA – Cicadas	Normal	2,022	0,005
	Lognormal	0,711	0,047
	Weibull	0,708	0,045
	Gamma	0,319	0,250
Halte Stadion Persib	Normal	1,811	0,005
	Lognormal	0,960	0,041
	Weibull	0,845	0,029
	Gamma	0,411	0,250
Halte Kosambi – Pos Giro	Normal	1,077	0,008
	Lognormal	0,949	0,016
	Weibull	0,886	0,036
	Gamma	0,582	0,149
Halte Bank Panin – Alun-Alun	Normal	1,755	0,005
	Lognormal	0,756	0,045
	Weibull	1,057	0,001
	Gamma	0,476	0,246

dengan: AD = Anderson Darling

Tabel 4 menyajikan nilai *p-value* jenis distribusi gamma pada halte Jl. Cicadas Cicaheum – depan Bank BCA, halte perempatan Jl. Jakarta – depan Stadion Persib, halte depan Kosambi – Pos Giro, dan halte Jl. Asia Afrika Alun Alun – depan Bank Panin adalah sebesar 0,250, 0,250, 0,149, dan 0,246, secara berurutan. Nilai-nilai tersebut lebih besar dari tingkat keterandalan yang digunakan (5%). Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa distribusi gamma cocok dengan distribusi waktu antara bus TMB di setiap halte yang ditinjau selama satu minggu penuh karena hipotesis null diterima.

Pada uji kebaikan suai dari jenis distribusi normal, distribusi lognormal, dan distribusi Weibull pada setiap halte yang ditinjau diperoleh *p-value* yang lebih kecil dari tingkat keterandalan yang digunakan (5%). Hal ini menunjukkan bahwa distribusi normal, distribusi lognormal, dan distribusi Weibull tidak cocok dengan pola sebaran waktu antara bus TMB di setiap halte selama satu minggu penuh.

Nilai  $\alpha$  (parameter bentuk) dan  $\beta$  (parameter skala) didapat dari hasil keluaran perangkat lunak Minitab. Hasil perhitungan fungsi kerapatan peluang waktu antara bus TMB dengan distribusi gamma pada setiap halte yang ditinjau ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil Persamaan Distribusi Waktu Antara Bus TMB pada tiap Halte Yang Ditinjau Selama Satu Minggu

Halte	$\alpha$	$\beta$	$\mu$	$\sigma$	Fungsi Kerapatan Peluang ( $f(x)$ )
Halte Bank BCA – Cicadas	3,76	7,06	27,05	13,56	$\frac{1}{343 \int_0^{\infty} x^{2,76} e^{-x} dx} x^{2,76} e^{-\frac{x}{7,06}}$
Halte Depan Stadion Persib	4,56	5,96	27,23	12,58	$\frac{1}{625 \int_0^{\infty} x^{3,56} e^{-x} dx} x^{3,56} e^{-\frac{x}{5,96}}$
Halte Kosambi – Pos Giro	5,12	5,36	27,47	12,07	$\frac{1}{243 \int_0^{\infty} x^{4,12} e^{-x} dx} x^{4,12} e^{-\frac{x}{5,36}}$
Halte Bank Panin – Alun-Alun	5,95	4,67	27,53	11,50	$\frac{1}{1024 \int_0^{\infty} x^{4,95} e^{-x} dx} x^{4,95} e^{-\frac{x}{4,67}}$

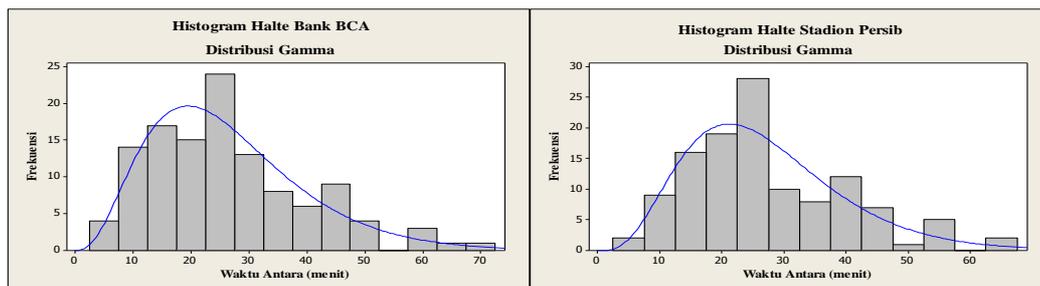
dengan:  $\alpha$  = Parameter bentuk (*shape*);  $\beta$  = Parameter skala (*scale*);  $\Gamma(\alpha)$  = Fungsi Gamma;

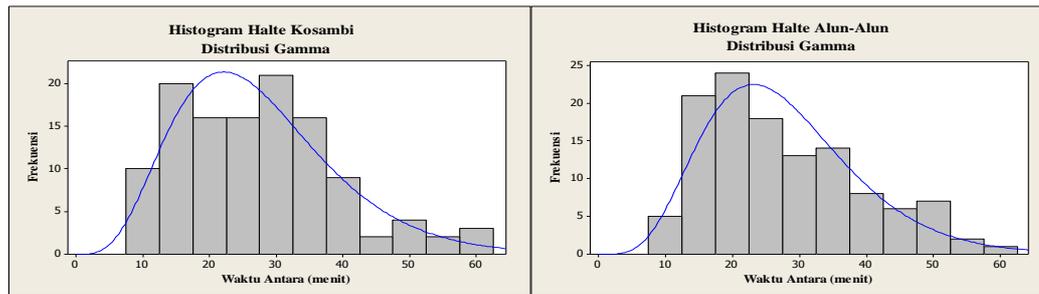
$\mu$  = Rata-rata;  $\sigma$  = Simpangan baku;  $x$  = Waktu Antara (menit)

Berdasarkan pengamatan di lokasi survei dan informasi dari petugas halte TMB diketahui bahwa rencana waktu antara bus TMB adalah sebesar 20 menit. Hasil persamaan distribusi waktu antara bus TMB didapat rata-rata waktu antara sebesar 27 menit pada setiap halte dengan simpangan baku dari 11 menit sampai dengan 13 menit. Oleh karena itu ditemukan perbedaan sebesar tujuh menit antara waktu antara rencana bus TMB dengan hasil pengujian waktu antara bus TMB berdasarkan survei di lokasi halte.

### Analisis Waktu Antara Bus Trans Metro Bandung Dalam Satu Minggu

Gambar 3 menyajikan bentuk distribusi gamma pada histogram waktu antara bus TMB dalam satu minggu. Setelah dilakukan analisis untuk masing-masing halte yang ditinjau, maka dilakukan analisis untuk data selama satu minggu. Analisis dimulai dengan penyajian histogram waktu antara. Bentuk histogram waktu antara bus TMB menunjukkan pola sebaran data menyerupai sebaran data pada distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi Weibull atau distribusi gamma. Dugaan jenis distribusi waktu antara bus TMB dengan data satu minggu penuh sama dengan pola sebaran waktu antara bus TMB di setiap halte.





**Gambar 3** Distribusi Peluang Waktu Antara Bus TMB pada tiap Halte yang Ditinjau

Untuk mengetahui jenis distribusi waktu antara bus TMB dalam satu minggu, maka dilakukan uji kebaikan suai (*Goodness of Fit*). Hipotesis yang digunakan untuk analisis tersebut adalah:

- H<sub>0</sub>: Pola sebaran waktu antara bus TMB cocok dengan jenis distribusi tertentu.
- H<sub>1</sub>: Pola sebaran waktu antara bus TMB tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

Tabel 6 menunjukkan hasil uji kebaikan suaidistribusi waktu antara bus TMB dalam satu minggu. Nilai *p-value* pada distribusi normal, distribusi lognormal dan distribusi Weibull adalah sebesar 0,005, 0,005 dan 0,010, secara berurutan. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa distribusi normal, distribusi lognormal dan distribusi Weibull tidak cocok dengan pola sebaran waktu antara bus TMB dalam satu minggu.

Hasil uji kebaikan suaipada distribusi gamma didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,092, dimana nilai tersebut lebih besar dari tingkat keterandalan yang digunakan (5%). Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa distribusi gamma cocok dengan distribusi waktu antara bus TMB dalam satu minggu.

**Tabel 6** Hasil Uji *Goodness of fit* Waktu Antara Bus TMB Dalam Satu Minggu

Distribusi	AD	<i>p-value</i>
Normal	4,718	0,005
Lognormal	1,664	0,005
Weibull	1,754	0,010
Gamma	0,681	0,092

dengan: AD = Anderson Darling

Fungsi kerapatan peluang waktu antara bus TMB dengan distribusi gamma ditunjukkan pada persamaan 10. Nilai  $\alpha$  (parameter bentuk) dan  $\beta$  (parameter skala) didapat dari hasil keluaran perangkat lunak Minitab. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa rata-rata waktu antara bus TMB dengan data satu minggu penuh adalah sebesar 27 menit dengan simpangan baku sebesar 12 menit. Gambar 4 menyajikan bentuk distribusi gamma pada histogram waktu antara bus TMB dalam satu minggu.

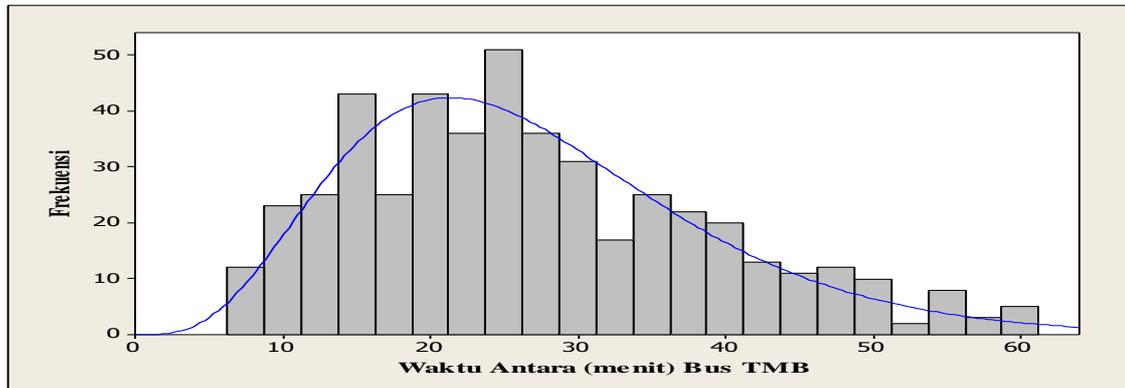
$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} = \frac{1}{625 \int_0^\infty x^{3,83} e^{-x} dx} x^{3,83} e^{-\frac{x}{5,58}}, & \text{untuk } x \geq 0 \\ 0, & \text{untuk } x \leq 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$\Gamma(4,83) = \int_0^{\infty} x^{3,83} e^{-x} dx \quad (11)$$

$$\mu = \alpha\beta = 27,00 \quad (12)$$

$$\sigma = \sqrt{\alpha\beta^2} = 12,00 \quad (13)$$

dengan:  $\alpha = 4,83$ ;  $\beta = 5,58$ ;  $x = \text{Waktu Antara (menit)}$



**Gambar 4** Distribusi Gamma Waktu Antara Bus TMB untuk data satu minggu

## KESIMPULAN

Rata-rata waktu antara bus TMB di setiap halte yang ditinjau, yaitu halte Jl. Cicadas Cicaheum – depan Bank BCA, halte perempatan Jl. Jakarta – depan Stadion Persib, halte depan Kosambi – Pos Giro, dan halte Jl. Asia Afrika Alun Alun – depan Bank Panin adalah sebesar 27 menit. Rata-rata waktu antara dengan data selama satu minggu penuh juga menghasilkan rata-rata sebesar 27 menit dan simpangan baku sebesar 12 menit.

Analisis waktu antara bus TMB dengan data selama satu minggu penuh menunjukkan bahwa pola sebaran waktu antara bus TMB mengikuti distribusi gamma dengan rata-rata waktu antara sebesar 27 menit dengan simpangan baku sebesar 12 menit. Analisis menunjukkan bahwa pola sebaran waktu antara bus TMB memiliki distribusi yang sama, baik di setiap halte yang ditinjau maupun dengan data selama satu minggu penuh. Pola sebaran waktu antara bus TMB cocok dengan distribusi gamma. Berdasarkan informasi dari petugas halte TMB bahwa rencana waktu antara bus TMB adalah sebesar 20 menit. Dari analisis ditemukan adanya perbedaan antara waktu antara rencana bus TMB dengan hasil pengujian waktu antara bus TMB berdasarkan survei.

## REFERENSI

- Ang, A.H-S. dan Tang, W.H., (2007), *Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering*. 2<sup>nd</sup> ed., John Willey & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.
- Arief, D. dan Tejokusumo, A., (2004), *Strategi Mobilitas Komprehensif Dalam Reformasi Sistem Transportasi DKI Jakarta (Konsepsi dan Rentang Opsi)*, Seminar Transportasi

- Nasional, Pengaruh Keberadaan JOR, Busway, dan Monorail, Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan-HPJI, Jakarta.
- Dinas Perhubungan Kota Bandung (2013), Trans Metro Bandung (Pengoperasian dan Pengembangan). Pemerintah Kota Bandung Dinas Perhubungan, Bandung.
- Hill, S. (2003), Numerical Analysis of Time-Headway Bus Route Model, Department of Physics, Northeastern University, Boston.
- Skinner, E. R. (2003), Transportation Research Board, *TCRP Report 88: A Guidebook for Developing a Transit Performance-Measurement System*, the Federal Transit Administration, Washington D.C.
- Tann, H. (2009), Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making, Transportation Program Specialist Federal Transit Administration Office of Research, Demonstration and Innovation, Washington D.C.
- Rahmah, A. T. (2013) Kajian Komparasi Sistem Operasi Bus Trans Metro Bandung Dengan Damri Pada Trayek Cicaheum-Cibeureum. Tugas Akhir Program Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Richter, M., Ilzig, K., dan Rudnicki, A. (2009), Models For The Bus Headway Distribution In The Flow Behind A Traffic Signal, 18th International Conference on The Application of Computer Science and Mathematics in Architecture and Civil Engineering, Weimar.
- Vuchic, V. R., (2007), *Urban Transit Systems and Technology*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., dan Myers, S. L., (1999), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Sixth Edition, Prentice Hall International, Upper Saddle River, New Jersey.
- Wright, L. (2007), *Bus Rapid Transit Planning Guide*. Institute for Transportation and Development Policy, New York.
- Zala, L. B. (2011), Headway Distribution for NH-8 Traffic at Vagashi Village Location, National Conference on Recent Trends in Engineering and Technology. Civil Engineering Department, Birla Vishvakarma Mahavidyalaya Engineering College, Gujarat.

## **DISTRIBUSI WAKTU ANTAR KEDATANGAN PENUMPANG TRANSMETRO BANDUNG RUTE CICAHEUM-CIBEUREUM**

**Fransiska Stefani**

Mahasiswa Program Sarjana,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
fransiskastefani@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**

Staf Pengajar  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
vftribas@unpar.ac.id

### **Abstract**

The level of a bus service system is affected by several factors, namely the frequency of bus arrival and the rate of passenger arrival time among others. The passenger arrival time is affected by passengers' knowledge of bus schedule. The purpose of this study is to analyze the pattern of distribution of passengers arrival time at bus shelters located in the corridor Cicaheum-Cibeureum and to determine the suitable probability distribution. The result of analysis showed that passengers arrival time follows Weibull distribution based on one week data with an average value 1,75 minutes. The analysis also indicated that passengers arrival time on each category of bus headway compatible with Weibull distribution with average value between 1,28 minutes and 3,06 minutes.

**Keywords:** *Arrival Time, Passengers, Trans Metro Bandung*

### **Abstrak**

Tingkat pelayanan sistem bus dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain frekuensi kedatangan bus dan laju kedatangan penumpang. Kedatangan penumpang dipengaruhi oleh pengetahuan penumpang akan jadwal bus. Tujuan studi ini adalah menganalisis pola sebaran waktu kedatangan penumpang pada halte yang berada pada koridor Cicaheum-Cibeureum dan menentukan distribusi peluang yang sesuai. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu kedatangan penumpang mengikuti distribusi Weibull untuk data satu minggu penuh dengan rata-rata sebesar 1,75 menit. Analisis juga menunjukkan bahwa waktu kedatangan penumpang pada masing-masing kelompok waktu antar kedatangan bus mengikuti distribusi Weibull dengan rentang rata-rata antara 1,28 hingga 3,06 menit.

**Kata-kata Kunci:** *Waktu Kedatangan, Penumpang, Trans Metro Bandung*

## **PENDAHULUAN**

Bandung sebagai salah satu kota besar di Indonesia tidak lepas dari persoalan kemacetan. Strategi pemerintah untuk melayani kebutuhan angkutan masyarakat adalah dengan membangun angkutan umum cepat massal (*Bus Rapid Transit*) (Robiana et al., 2011). *Bus Rapid Transit* adalah sebuah sistem bus yang cepat, nyaman, aman, dan tepat waktu dari sisi infrastruktur, kendaraan, dan jadwal (Hook, 2009). Salah satu contoh aplikasi BRT di Bandung adalah pengoperasian Trans Metro Bandung (TMB) (Zefanya et al., 2013).

Target yang ditetapkan oleh Dinas Perhubungan Kota Bandung adalah satu juta penumpang sejak dimulainya operasi TMB (Gandapurnama, 2012). Jumlah penumpang TMB terus meningkat. Sampai dengan bulan Desember 2009, tercatat sebanyak 27.686 penumpang umum dan 28.870 pelajar/mahasiswa per bulannya telah berhasil diangkut (NTMC Korlantas Polri Bandung, 2012).

Penerapan TMB kurang maksimal karena tidak mempunyai jalur khusus dan sering berhenti di luar halte yang disediakan sehingga tujuan awal TMB untuk mengurangi kemacetan belum dapat dicapai (Munir, 2013). Hal ini terjadi karena fasilitas penunjang TMB tidak sesuai kebutuhan, sehingga sebagian besar penumpang tidak menunggu di halte. Hal-hal tersebut menyebabkan TMB belum dapat dikategorikan sebagai BRT. Berdasarkan karakteristik tersebut perlu dianalisis lebih lanjut mengenai tingkat pelayanan sistem bus TMB.

Pelayanan bus perlu dipelajari lebih detail, karena pelayanan sistem bus dipengaruhi oleh frekuensi kedatangan bus dan laju kedatangan pengguna sistem (Mazaya et al., 2013). Taksiran waktu kedatangan penumpang sangat penting untuk dua alasan utama. Pertama, waktu kedatangan mempengaruhi waktu tunggu dan kedua, waktu kedatangan berdampak pada stabilitas jaringan transportasi (Braendli dan Mueller, 1981). Ada beberapa studi tentang waktu kedatangan penumpang yang pernah dilakukan sebelumnya, misalnya Mazaya et al. (2013) yang membahas hubungan tingkat permintaan bus TransJakarta dengan pola sebaran kedatangan penumpangnya. Pada studi tersebut ditemukan bahwa distribusi kedatangan penumpang adalah mengikuti distribusi eksponensial. Luethi et al. (2006) membahas hubungan waktu kedatangan penumpang terhadap waktu antara bus dan waktu tunggu penumpang di halte. Studi tersebut dilakukan di Zurich, Switzerland dan ditemukan bahwa distribusi yang cocok dengan kedatangan penumpang pada halte bus berupa distribusi seragam (*uniform distribution*). Mishalani dan McCord (2006) membahas mengenai waktu kedatangan penumpang, waktu tunggu di halte, dan waktu aktual kedatangan bus di Illinois, Chicago. Di Medan, Sumatera Utara pernah dilakukan penelitian oleh Harahap (2010) terhadap kinerja pelayanan angkutan umum (Bus DAMRI) pada ruas jalan arteri Kota Medan termasuk di dalamnya membahas waktu kedatangan penumpang bus.

Studi tentang waktu tunggu penumpang banyak dilakukan dengan menggunakan data dari negara maju. Studi tentang waktu tunggu penumpang yang menggunakan data dari negara sedang berkembang perlu dilakukan mengingat karakteristik pengoperasian yang berbeda. Studi terkait waktu tunggu perlu dilakukan untuk menyiapkan pengembangan operasi yang akibatnya meningkatkan kualitas pelayanan bus. Adapun tujuan dari studi ini adalah menganalisis pola sebaran variabel acak waktu kedatangan penumpang di halte Trans Metro Bandung, khususnya koridor 2 Cicaheum – Cibeureum.

## **TAHAPAN PENELITIAN**

Pada tanggal 14-20 Desember 2013 dilakukan pengumpulan data pada dua halte TMB, yaitu Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Giro Kosambi yang terletak pada koridor 2 TMB (Cicaheum-Cibeureum). Pengumpulan data diperlukan untuk mendapatkan data primer, yaitu waktu kedatangan penumpang pada halte guna menentukan distribusi kedatangan penumpang TMB.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengamatan langsung di halte. Halte yang diamati dilengkapi dengan *video camera*, tripod, dan dua orang surveyor yang bertugas melakukan pengumpulan data. Data digital berupa rekaman waktu kedatangan penumpang selanjutnya disusun dalam tabel berdasarkan variabel yang diperlukan. Untuk menentukan

distribusi waktu kedatangan penumpang TMB digunakan metode analisis statistika inferensial.

## ANALISIS

### Analisis Waktu Antara Kedatangan Penumpang

Variabel yang dianalisis adalah waktu kedatangan penumpang dan jumlah penumpang pada Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Kosambi. Pada Gambar 1 ditampilkan histogram waktu antara kedatangan penumpang. Histogram ini memperlihatkan sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada seluruh hari pengamatan, yaitu hari Senin hingga Minggu. Penumpang diklasifikasikan berdasarkan interval waktu antara kedatangan per lima menit. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penumpang paling banyak tersebar dalam rentang waktu 0 hingga 5 menit. Semakin besar nilai waktu antara kedatangan penumpang, maka semakin sedikit penumpang yang melakukannya.

Untuk kumpulan data yang lebih detail mengenai waktu antara kedatangan penumpang selama hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menampilkan deskripsi data waktu antara kedatangan penumpang dalam seminggu. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa pada kedua halte yang ditinjau mempunyai nilai variansi terbesar sebesar 303 menit.

**Tabel 1** Deskripsi Statistika Waktu Antara Kedatangan dalam Seminggu

Hari	Rata-rata	Dev. St	Varians	Maksimum
Senin	9,08	14,83	220,01	57,83
Selasa	12,59	19,77	390,81	90,10
Rabu	12,68	20,10	404,07	82,18
Kamis	11,99	20,81	433,25	82,02
Jumat	6,23	13,62	185,49	59,82
Sabtu	9,12	13,57	184,09	60,20
Minggu	13,17	17,41	303,03	84,68

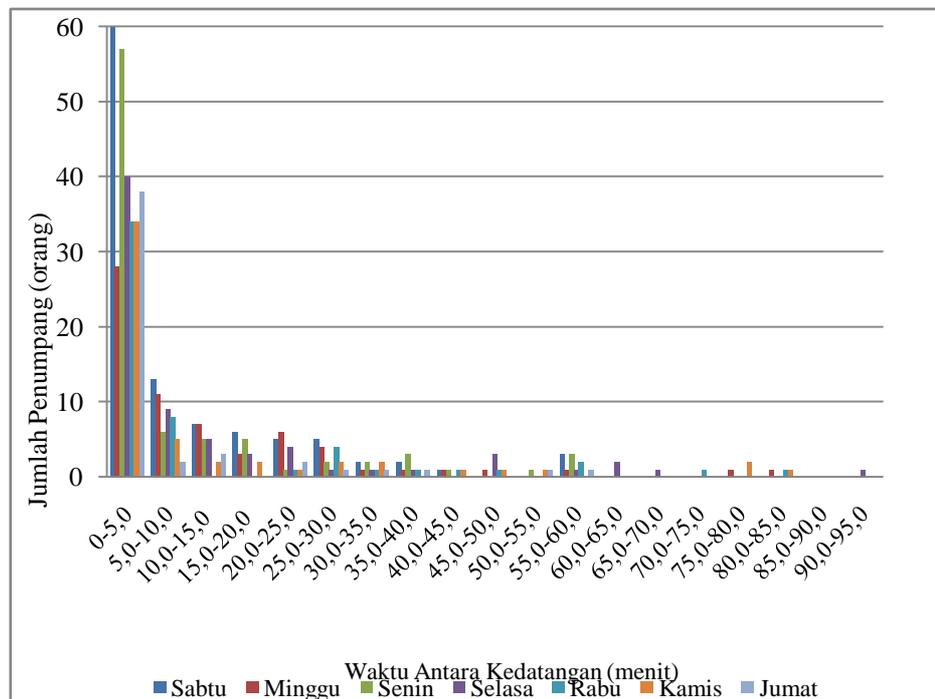
Selanjutnya dilakukan uji untuk mengetahui distribusi statistika yang cocok. Tabel 2 menampilkan hasil jenis uji kebaikan suai untuk data selama seminggu dengan hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB cocok dengan jenis distribusi tertentu.

$H_1$ : Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

Hasil analisis, seperti tampak dalam Tabel 2, menunjukkan jenis distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull, dengan *p-value* sebesar 0,08 yang lebih besar daripada tingkat keterandalan sebesar 5% yang digunakan. Pada jenis distribusi Lognormal, Gamma, Eksponensial nilai *p-value* yang diperoleh adalah lebih kecil daripada 5%, sehingga disimpulkan bahwa distribusi tersebut tidak sesuai. Fungsi kepadatan peluang dan

persamaan fungsi kepadatan peluang untuk distribusi Weibull ditampilkan pada Gambar 2. Fungsi tersebut memiliki nilai rata-rata ( $\mu$ ) adalah sebesar 1,75 menit.

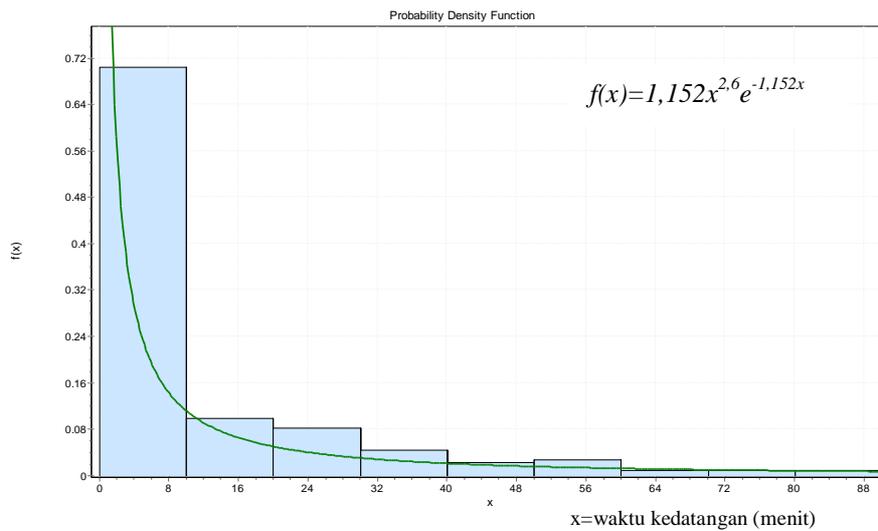


**Gambar 1** Histogram Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB untuk data Satu Minggu

**Tabel 2** Hasil *Goodness-of-fit Test* Distribusi Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB untuk data Satu Minggu

Jenis Distribusi	Nilai AD	<i>P-value</i>
Weibull	10,20	0,08
Lognormal	17,98	<0,005
Gamma	5,22	<0,005
Ekspensial	255,45	<0,01

dengan: AD = Anderson Darling



**Gambar 2** Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB Dalam Seminggu

Analisis yang sama juga diterapkan untuk menentukan jenis distribusi peluang yang cocok pada masing-masing halte yang ditinjau, yaitu Halte Stadion Persib dan Halte Kantor Pos Kosambi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada halte cocok dengan jenis distribusi tertentu.

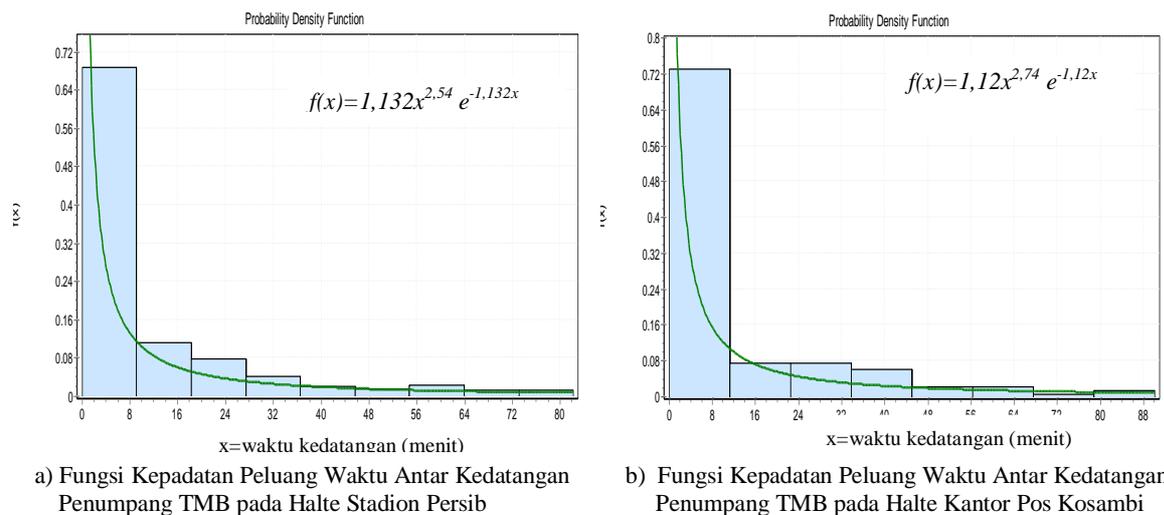
$H_1$ : Pola sebaran waktu antara kedatangan penumpang TMB pada halte tidak cocok dengan jenis distribusi tertentu.

Hasil uji kecocokan distribusi waktu antara kedatangan penumpang untuk masing-masing halte dapat dilihat pada Tabel 3. Analisis menunjukkan bahwa jenis distribusi peluang Weibull adalah cocok. Pada Gambar 3 disajikan fungsi kepadatan peluang waktu antara kedatangan penumpang dan persamaan fungsi kepadatan peluang untuk kedua halte yang ditinjau.

**Tabel 3** Hasil Uji Jenis Distribusi Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB untuk kedua Halte

Jenis Distribusi	Halte Stadion Persib		Halte Kantor Pos Kosambi	
	Nilai AD	<i>p-value</i>	Nilai AD	<i>p-value</i>
Weibull	29,24	0,11	23,55	>0,05
Lognormal	38,45	<0,005	28,98	<0,06
Gamma	31,07	<0,005	24,03	<0,07
Ekspensial	186,62	<0,02	158,74	<0,08

dengan: AD = Anderson Darling

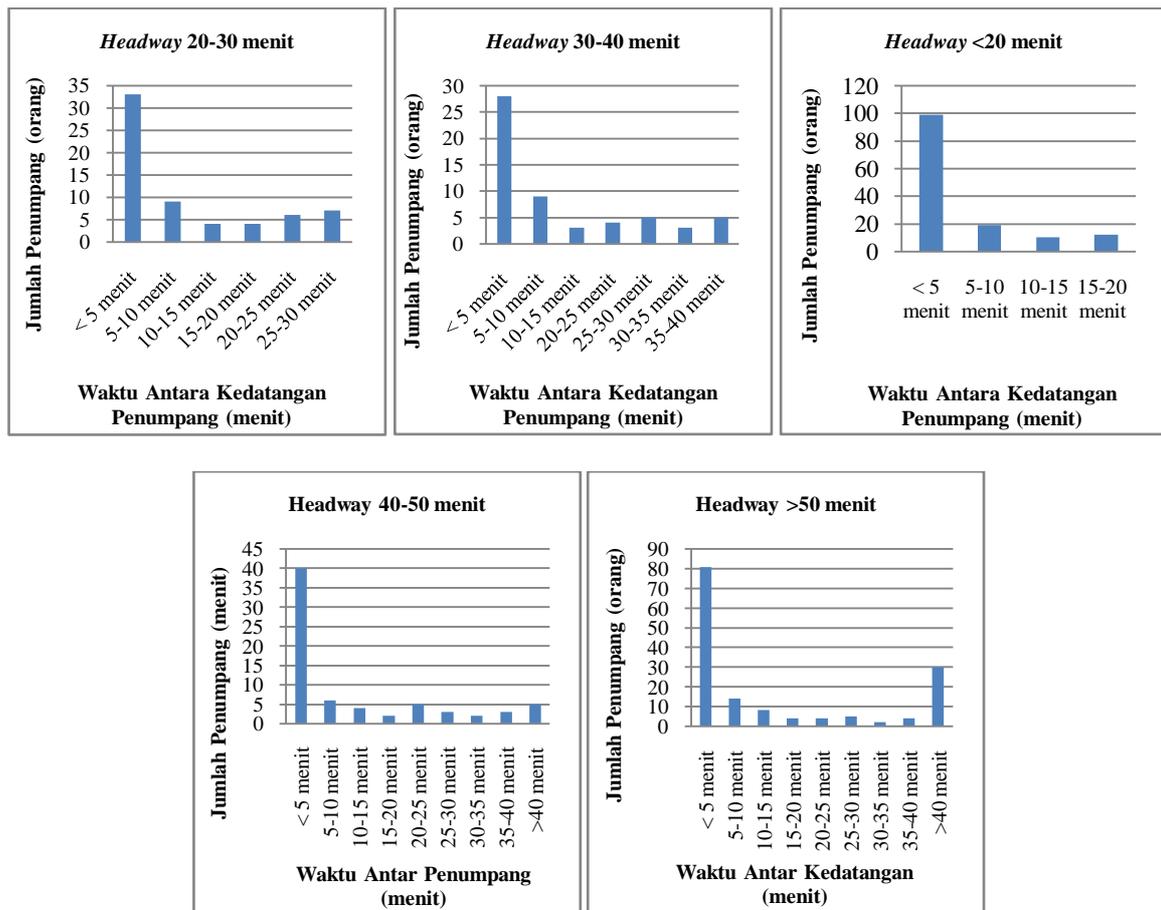


**Gambar 3** Fungsi Kepadatan Peluang Waktu Antara Kedatangan Penumpang pada Kedua Halte yang Ditinjau

### Analisis Distribusi Waktu Antara Kedatangan Penumpang Menurut *Headway* Bus

Waktu antar kedatangan bus dibagi ke dalam lima interval waktu *headway*, yaitu interval kurang dari 20 menit, 20-30 menit, 30-40 menit, 40-50 menit, dan lebih besar daripada 50 menit. Pembagian interval waktu antara kedatangan bus ini dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Tabel 4 disajikan deskripsi statistika untuk waktu antara kedatangan penumpang yang telah diklasifikasikan dalam rentang waktu antara bus. Histogram menunjukkan ciri menurun ke arah kanan atau distribusi berbentuk J terbalik, karena itu diperkirakan bahwa waktu antara penumpang berdasarkan kelompok waktu antara kedatangan bus cocok dengan distribusi peluang Normal, Eksponensial, Lognormal, Gamma, dan Weibull.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa deviasi standar terbesar berada pada rentang waktu antara kedatangan bus lebih daripada 50 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada rentang waktu antara kedatangan bus lebih daripada 50 menit, penumpang datang lebih berfluktuatif dibanding rentang waktu antara kedatangan bus lainnya. Nilai rata-rata waktu antara kedatangan penumpang juga semakin besar untuk interval waktu antara kedatangan bus yang semakin besar.



**Gambar 4** Histogram Waktu Antara Kedatangan Penumpang TMB menurut Kelompok Waktu Antara Kedatangan Bus

**Tabel 4** Deskripsi Statistik Waktu Antar Kedatangan Penumpang berdasarkan Waktu Antara Bus

Interval Waktu Antara Bus	n	Mean	Median	Deviasi Standar
>20 menit	140	4,16	1,38	5,57
20-30 menit	63	8,80	4,65	10,15
30-40 menit	57	11,29	5,08	13,68
40-50 menit	70	11,67	2,38	16,50
>50 menit	152	17,91	3,89	26,23

n: ukuran sampel

Pada rentang waktu antara kedatangan bus pertama, yaitu kurang dari 20 menit, rata-rata waktu antara kedatangan penumpang adalah kurang dari 5 menit. Dapat dikatakan bahwa penumpang tiba di halte dekat dengan waktu kedatangan bus. Untuk rentang waktu antar kedatangan bus yang semakin panjang, maka penumpang memiliki rata-rata waktu antar kedatangan yang semakin besar. Ada fenomena yang terjadi di halte-halte tersebut, dimana calon penumpang yang menunggu bus terbagi dua, yaitu menunggu TMB dan menunggu DAMRI. Hal ini terjadi dikarenakan kedua bus ini mempunyai rute yang sama. Calon penumpang akan memilih bus yang datang lebih dulu. Penumpang yang menunggu

DAMRI menunggu dekat dengan halte TMB, sehingga saat TMB datang lebih dulu penumpang akan datang ke halte untuk menggunakan TMB.

Penumpang yang berada dalam rentang waktu antara kedatangan bus lebih dari 50 adalah yang terbanyak. Rata-rata penumpang tiba di halte berkisar antara pukul 09.00 WIB hingga pukul 10.00 WIB (segmen pagi), pukul 11.00 WIB hingga pukul 14.00 WIB (segmen siang), dan pukul 15.00 WIB hingga pukul 16.00 WIB (segmen sore). Dapat dikatakan bahwa kisaran waktu tersebut adalah jam puncak pada halte TMB.

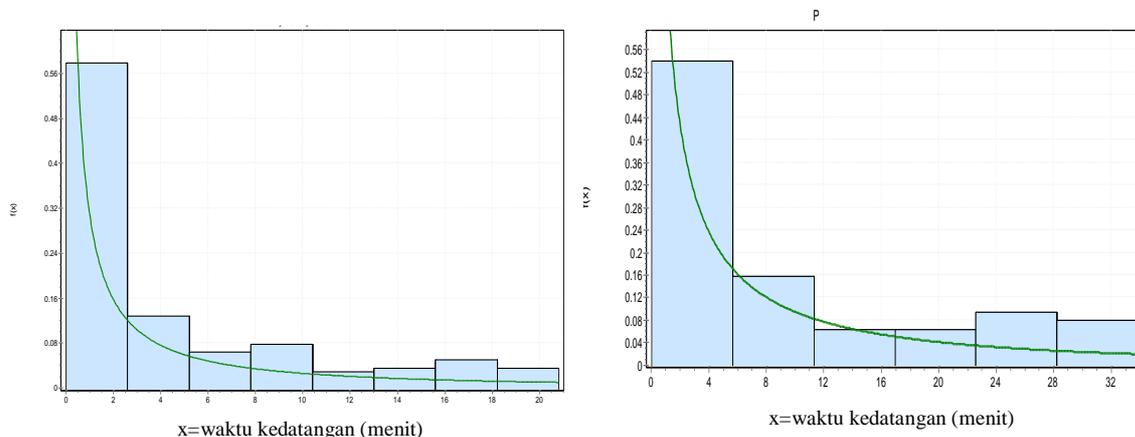
Berdasarkan hasil analisis kebaikan suai diketahui bahwa jenis distribusi yang cocok adalah distribusi Weibull. Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 5 dengan *p-value* lebih besar dari 0,05. Untuk fungsi distribusi kepadatan peluang Weibull, maka nilai *alpha* dan *beta* untuk masing-masing interval waktu antara bus ditampilkan pada Tabel 6, sedangkan fungsi kepadatan peluang dapat dilihat pada Gambar 5.

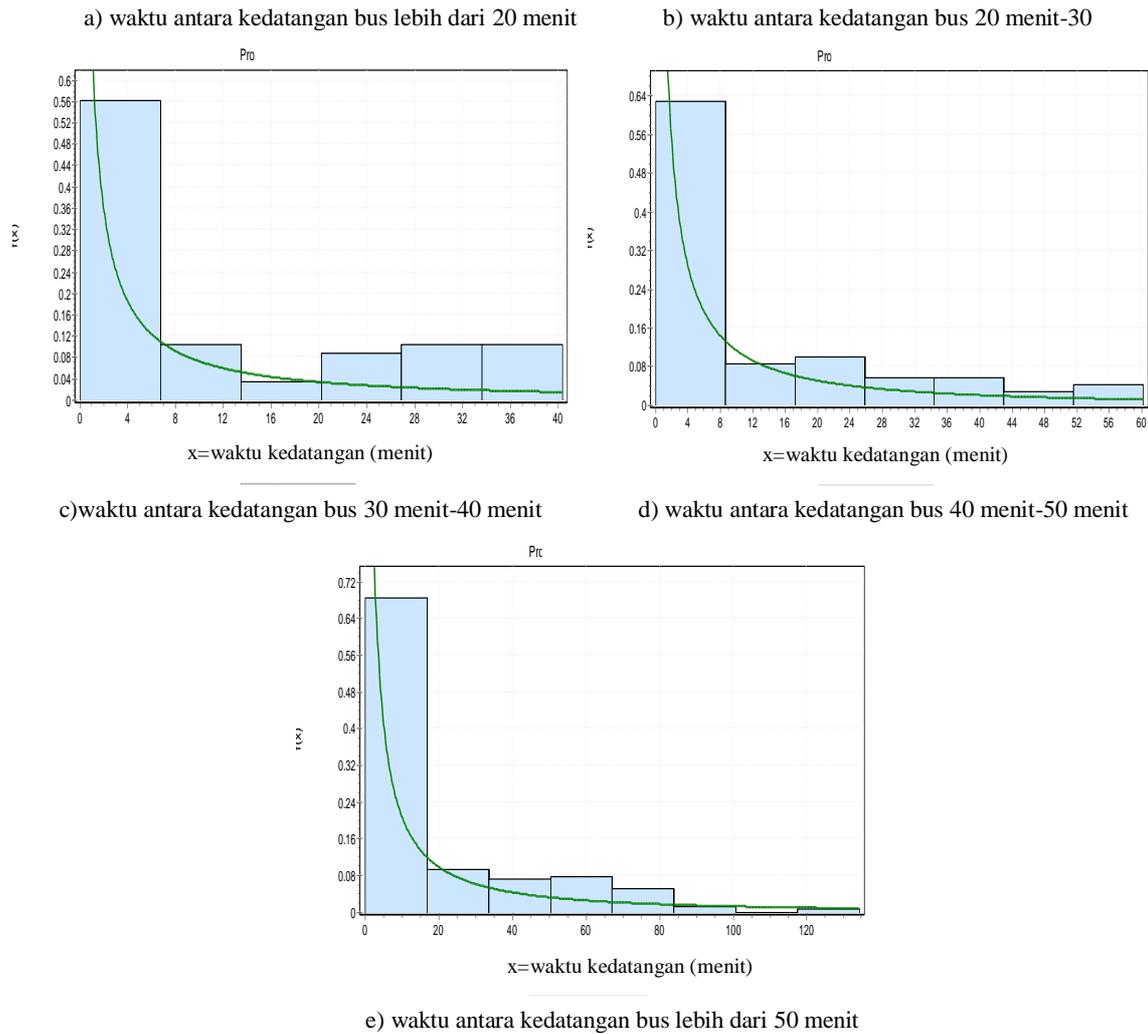
Tabel 5 Hasil Uji Jenis Distribusi Waktu Antar Kedatangan Penumpang berdasarkan Waktu Antara Bus

Interval Waktu Antara Bus	Jenis Distribusi	Nilai AD	<i>P-value</i>
>20menit	Weibull	27,57	>0,05
20-30 menit	Weibull	1,21	0,5
30-40 menit	Weibull	8,71	0,08
40-50 menit	Weibull	3,43	>0,05
>50 menit	Weibull	8,98	0,06

Tabel 6 Nilai Persamaan Fungsi Kepadatan Peluang Weibull

Interval Waktu Antara Bus	$\alpha$	$\beta$	$\mu$
>20 menit	0,32	1,72	3,06
20-30 menit	0,46	6,12	1,32
30-40 menit	0,29	4,44	1,61
40-50 menit	0,36	5,08	1,46
>50 menit	0,26	9,05	1,28





**Gambar 5** Waktu AntaraKedatangan Penumpang berdasarkan *Headway* Bus

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap waktu kedatangan penumpang pada dua halte pada koridor Cicaheum-Cibeureum dapat disimpulkan bahwa waktu kedatangan penumpang paling banyak berada pada interval waktu antara kedatangan penumpang kurang dari 5 menit. Hasil analisis terhadap seluruh hari pengamatan dapat diketahui bahwa jenis distribusi peluang yang cocok adalah distribusi Weibull dengan nilai rata-rata sebesar 1,75 menit.

Untuk kedua halte yang diamati juga diperoleh jenis distribusi yang cocok adalah distribusi Weibull yang mempunyai nilai rata-rata sebesar 1,76 menit untuk Halte Stadion Persib dan 1,74 menit untuk Halte Kantor Pos Kosambi. Dari hasil analisis diketahui pula bahwa jenis distribusi peluang yang cocok adalah distribusi Weibull untuk setiap interval waktu antara bus. Distribusi ini memiliki rentang nilai rata-rata waktu antar kedatangan penumpang sebesar 1,28 menit hingga 3,06 menit.

Perlu penelitian lebih lanjut dengan rentang waktu pengamatan yang lebih lama untuk waktu kedatangan penumpang TMB untuk dapat memberikan rekomendasi penjadwalan kedatangan bus/TMB agar lebih efisien dan efektif di masa mendatang.

## REFERENSI

- Braendli, H., dan Mueller, H., (1981), "*Fahrplanabhängigkeit des Fahrgastzuflusses zu Haltestellen*", Institute for Transport Planning and Systems, Report No. 81/5, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Gandapurnama, B., (2012), "TMB Koridor II Targetkan 1 Juta Penumpang," (online) (<http://news.detik.com/>, diakses 06 Juli 2013).
- Hook, W., (2009), *Bus Rapid Transit: A Cost-Effective Mass Transit Technology*, The Institute for Transportation and Development Policy, New York City.
- Lester, T., dan Walton, D., (2009), *Arrival Characteristics of Passenger Intending to Use Public Transport*, Opus International Consultants, New Zealand.
- Luethi, M., Weidmann, U., dan Nash, A., (2006), *Passenger Arrival Rates At Public Transport Stations*, Switzerland.
- Mazaya, A., Permatasari, A. I., dan Rijal, C., (2012), "Analisis Permintaan Transjakarta", Jurusan Teknik Industri, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.
- Mishalani, G. R., dan McCord, M. M., (2006), Passenger Wait Time Perceptions at Bus Stops: Empirical Results and Impact on Evaluating Real-Time Bus Arrival Information, *Journal of Public Transportation* 9(2), 89-106.
- Munir, R., (2009), *Beberapa Distribusi Peluang Kontinu: Probabilitas Statistik*, Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- National Traffic Management Centre Bandung., (2012), "Trans Metro Bandung Jadi Primadona," (online) (<http://ntmc-korlantaspolri.blogspot.com/>, diakses 08 Juli 2013).
- Robiana, M., Fitriati, R., Aminah, Siti., Tangkudung, W. S. P., (2011), Sistem Bus Rapid Transit Transjakarta Dalam Studi Rekayasa Sosial, *Jurnal Transportasi* 11(1), 1-10.
- Zefanya, I., Purwanto, I., dan Ginanjar, A., (2013), "Trans Metro Bandung (2013)," (online) (<http://bandungtransport.wordpress.com/>, diakses 06 Mei 2013).

## WAKTU TUNGGU PENUMPANG BUS TRANS METRO BANDUNG

**Raden Hudrian Rahmadiensyah**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
Telp: (022) 545675  
[hudrianr@gmail.com](mailto:hudrianr@gmail.com)

**Tri Basuki Joewono**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
Telp: (022) 545675  
[vftribas@yahoo.com](mailto:vftribas@yahoo.com)

### Abstract

Waiting time is one factor that affects the quality of service of bus system. The longer the waiting time experienced by passengers, the lower level of satisfaction of Bus Rapid Transit passenger received. The purpose of this study is to analyze passenger waiting time and to analyze the effect of headway to the passenger waiting time distribution of Trans Metro Bandung bus route 2. Data analysis shows that the waiting time of passengers based on one week data fits with exponential distribution with an average value as much as 12.56 minutes. Analysis also shows that the waiting time of passengers at any headway group fit with Weibull distribution. Comparison of passenger waiting time among headway intervals have no significant difference.

**Keywords:** *Bus Rapid Transit, Trans Metro Bandung, Passenger Waiting Time, Headway*

### Abstrak

Waktu tunggu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pelayanan sistem bus. Semakin lama waktu tunggu yang dialami oleh penumpang, maka semakin rendah tingkat kepuasan penumpang. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis distribusi waktu tunggu penumpang bus Trans Metro Bandung rute 2 serta menganalisis pengaruh waktu antara terhadap distribusi waktu tunggu penumpang Trans Metro Bandung rute 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa data waktu tunggu penumpang berdasarkan data selama satu minggu mengikuti distribusi eksponensial dengan nilai rata-rata 12,56 menit. Analisis menunjukkan pula bahwa data waktu tunggu penumpang pada setiap kelompok waktu antara bus mengikuti jenis distribusi Weibull. Perbandingan waktu tunggu penumpang berdasarkan interval waktu antara tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

**Kata-kata Kunci:** *Bus Rapid Transit, Trans Metro Bandung, Waktu Tunggu Penumpang, Waktu Antara*

## PENDAHULUAN

Sistem *Bus Rapid Transit* diciptakan untuk dapat diaplikasikan di berbagai macam lingkungan (Thomas, 2001). Trans Metro Bandung adalah salah satu sistem *Bus Rapid Transit* yang diterapkan di kota Bandung untuk mengatasi kemacetan (Warpani, 2009), walaupun belum memenuhi seluruh persyaratan *Bus Rapid Transit*. Banyak faktor yang mempengaruhi keandalan suatu sistem *Bus Rapid Transit*, diantaranya adalah biaya, keamanan, kenyamanan dan waktu perjalanan (Skinner et al., 1999). Waktu perjalanan, termasuk waktu tunggu penumpang di stasiun bus, adalah salah satu hal penting dalam pengukuran kualitas transportasi publik sebagai alternatif dari mobil pribadi (Salek dan Machemehl, 1999). Waktu tunggu adalah waktu antara kedatangan penumpang di tempat pemberhentian dan waktu keberangkatan penumpang setiap unit angkutan (Vuchic, 2005). Di negara maju, waktu tunggu rata-rata harus dalam rentang 5 menit hingga 10 menit atau maksimal 10 menit hingga 20 menit (Meakin, 2001). Waktu tunggu dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya adalah *headway* atau waktu antara (Ceder, 2007).

Penelitian mengenai waktu tunggu penumpang sudah pernah dilakukan, namun belum banyak dilakukan di Indonesia. Small et al. (2005) membahas distribusi pengendara untuk waktu perjalanan dan keandalan di California yang dilakukan pada sistem jalan tol. Pada studi tersebut data waktu tunggu digunakan untuk mencari distribusi waktu perjalanan yang kemudian digunakan untuk mengetahui keandalan. Salek dan Machemehl (1999) membahas karakteristik penumpang bus berdasarkan waktu tunggu di Texas. Waktu tunggu pada penelitian tersebut digunakan untuk mencari model matematika dan karakteristik penumpang pada sistem angkutan bus. Persepsi waktu tunggu penumpang di halte berupa hasil empiris dan dampak dari informasi waktu kedatangan dibahas oleh Mishalani dan McCord (2006) pada sistem angkutan bus di kota Chicago. Mishalani dan McCord melakukan perbandingan prediksi waktu tunggu dengan waktu tunggu yang sebenarnya. Ohmori et al. (2001) melakukan penelitian mengenai lamanya waktu tunggu dan kegiatan yang dilakukan selama menunggu di halte lalu digunakan untuk mengetahui hubungan antara perilaku penumpang dan waktu tunggu yang dialami di Tokyo.

Waktu tunggu penumpang merupakan salah satu variabel penting untuk menentukan kualitas dari pelayanan sistem bus. Studi mengenai waktu tunggu diperlukan untuk menjadi dasar penyusunan jadwal dari sistem Bus Rapid Transit, agar waktu tunggu yang dialami oleh penumpang tidak terlalu lama. Studi mengenai waktu tunggu penumpang berdasarkan waktu antara bus perlu dilakukan agar dapat diketahui besar pengaruh dari waktu antara terhadap waktu tunggu. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis distribusi waktu tunggu penumpang bus Trans Metro Bandung dan menganalisis distribusi waktu tunggu penumpang menurut klasifikasi waktu antara bus.

## **WAKTU TUNGGU PENUMPANG**

Waktu perjalanan total sering dideskripsikan sebagai bagian kendaraan dan waktu akses komponen-komponen perjalanan penumpang. Waktu akses penumpang dari tempat asal ke tujuan termasuk waktu tunggu penumpang di halte bus dan waktu perjalanan ke dan dari stasiun atau waktu berhenti (Salek dan Machemehl, 1999).

Waktu tunggu merupakan hal yang tidak diinginkan oleh penumpang, karena waktu tunggu menambah waktu perjalanan dan seringkali waktu tunggu dianggap sebagai waktu yang hilang. Dalam banyak situasi perjalanan di perkotaan, nilai waktu tunggu lebih besar dari nilai waktu di dalam kendaraan. Hal itu disebabkan oleh tidak produktifnya waktu tunggu (Salek dan Machemehl, 1999).

Waktu tunggu penumpang dapat diartikan sebagai fungsi dari waktu antara (*headway*) dan keandalan. Kebijakan konvensional menyatakan bahwa waktu tunggu sama dengan setengah besarnya rata-rata waktu antara, jika waktu antara yang dimiliki kurang dari 15 menit (Ceder, 2007). Berbagai studi secara konsisten telah menunjukkan bahwa rata-rata waktu tunggu cenderung meningkat sebagai bagian waktu antara yang diharapkan, terutama jika waktu antara lebih dari 30 menit (Salek dan Machemehl, 1999).

Beberapa distribusi mengenai waktu tunggu dan waktu antara dapat dilihat pada Gambar 1 yang dibagi dalam dua bagian. Bagian A menjelaskan distribusi power pada waktu antara

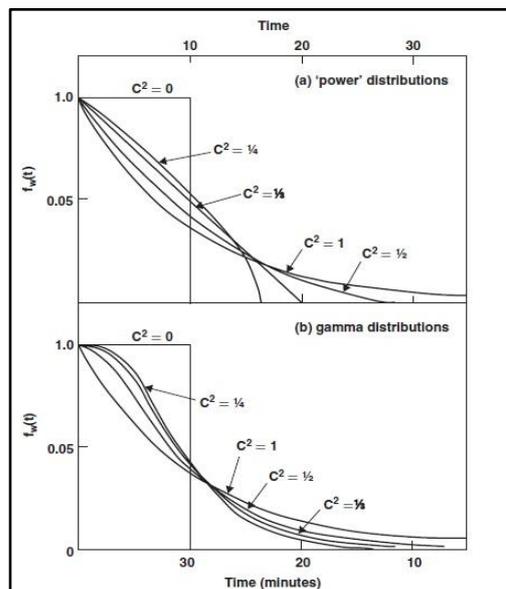
untuk rata-rata waktu antara sebesar 10 menit dan pengukuran tingkat keandalan berdasarkan nilai  $C^2$  sebesar 0,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan 1. Bagian B menunjukkan nilai waktu antara berdasarkan distribusi *gamma* untuk nilai  $C^2$  yang sama dengan bagian A. Untuk keadaan ekstrim,  $C^2$  sebesar 0 dan  $C^2$  sebesar 1, kedua bagian menunjukkan kurva yang identik karena nilai-nilai  $C^2$  harus sesuai untuk menentukan kasus waktu antara dan waktu antara eksponensial. Untuk  $C^2$  sebesar 0, keseragaman nilai distribusi waktu tunggu dapat ditentukan. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada persamaan (1) (Ceder, 2007).

$$f_w(t) = \frac{\int_t^\infty f_H(u)du}{E(H)} = \frac{\bar{F}H(t)}{E(H)} = \bar{F} \cdot FH(t) \quad (1)$$

dengan:

- F = Frekuensi pelayanan (tingkat kedatangan kendaraan)
- $f_w(t)$  = Waktu tunggu
- E(H) = Rata-rata waktu antara
- FH(t) = Distribusi kumulatif dari waktu antara
- $f_H(u)$  = Fungsi dari Waktu Antara
- $\bar{F}H(t)$  = 1-FH(t)

Dari grafik distribusi power dan distribusi gamma yang telah disebutkan, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu tunggu yang dialami, maka tingkat keandalannya akan semakin menurun dengan nilai  $C^2$  yang semakin tinggi (Ceder, 2007).



(a) Distribusi power; (b) Distribusi gamma untuk rata-rata waktu antara 10 menit dan nilai  $C^2$  yang berbeda

**Gambar 1** Beberapa Distribusi Waktu Tunggu (Ceder, 2007)

Tabel 1 merupakan rangkuman beberapa studi mengenai hubungan waktu tunggu dengan waktu antara beserta jenis hubungan fungsi yang terjadi. Terdapat berbagai jenis hubungan yang berbeda berdasarkan waktu antara yang terjadi pada studi yang telah dilakukan, seperti fungsi linear, kuadrat, dan *piecewise-linear*.

**Tabel 1** Jenis Hubungan Antara Waktu Tunggu dengan Waktu Antara (Luethi et al., 2006)

Studi/Kota	Waktu antara minimum dengan kedatangan non-random	Jenis hubungan yang terjadi antara waktu tunggu dengan waktu antara
<i>Weber, Stuttgart, 1966</i>	±7 menit	-
<i>O'Flaherty, Leeds, 1970</i>	5 menit (waktu sibuk)	Linear
	12 menit (waktu tidak sibuk)	Linear
<i>Seddon, Manchester, 1974</i>	7,5 menit	Quadratic
<i>Jolliffe, London, 1975</i>	12 menit	Linear
<i>Braendli, Zurich, 1981</i>	6 menit (waktu sibuk)	Piecewise-linear

## METODE

Metode survei yang digunakan adalah pengamatan langsung waktu tunggu penumpang pada halte Trans Metro Bandung rute 2. Pada penelitian ini, data waktu tunggu penumpang dan waktu antara bus akan diklasifikasikan berdasarkan hari. Setelah dilakukan analisis terhadap waktu tunggu penumpang, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh waktu antara bus terhadap distribusi waktu tunggu penumpang.

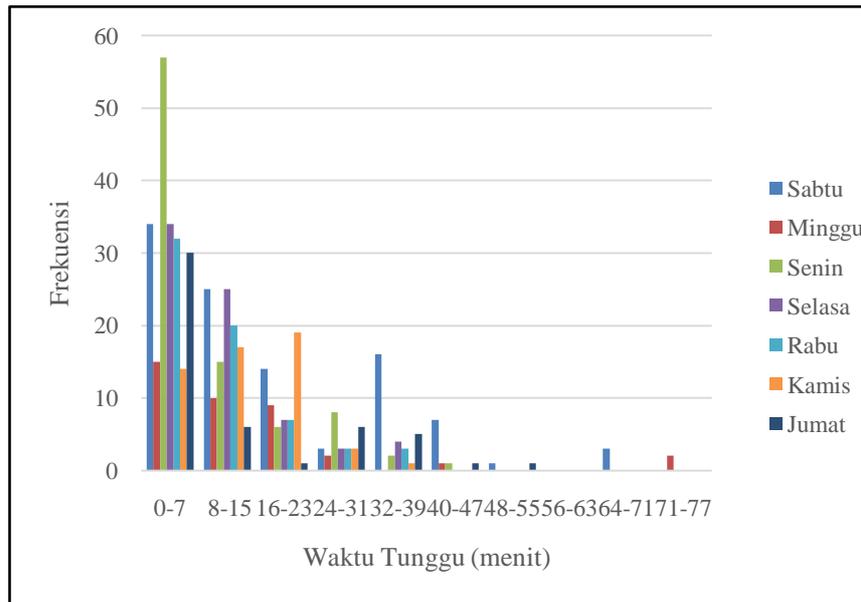
Data hasil pengamatan waktu tunggu penumpang merupakan data primer, sedangkan data sekunder yang dipakai adalah data lokasi halte dan data waktu antara Trans Metro Bandung rute 2. Metode analisis yang digunakan untuk menganalisis bentuk distribusi adalah pengujian kebaikan suai dengan menggunakan uji Anderson Darling (AD) untuk mengetahui kecocokan jenis distribusi waktu tunggu penumpang. Distribusi Weibull, gamma, johnson dan eksponensial akan digunakan dalam analisis. Dikarenakan statistik AD dinyatakan dalam logaritma dari probabilitas, maka nilai AD akan mendapat banyak kontribusi dari ekor distribusi. Nilai kritis pada uji AD untuk tingkat signifikansi yang diberikan tergantung pada bentuk distribusi dan nilai AD dipengaruhi oleh ukuran sampel (Ang dan Tang, 2007).

## ANALISIS

### Analisis Waktu Tunggu Penumpang

Waktu tunggu penumpang yang akan dianalisis adalah waktu tunggu yang dialami penumpang pada suatu waktu antara bus tertentu. Gambar 2 menunjukkan histogram waktu tunggu penumpang yang terjadi di hari Senin sampai dengan hari Minggu. Waktu tunggu penumpang yang paling lama terjadi selama 77 menit di hari Minggu.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penumpang bus Trans Metro Bandung rute 2 yang mengalami waktu tunggu kurang dari 5 menit adalah sebanyak 34,55%. Penumpang yang mengalami waktu tunggu antara 5 menit dan 10 menit sebanyak 20,1%, serta penumpang yang mengalami waktu tunggu lebih dari 20 menit adalah sebanyak 20,3%. Untuk proporsi paling sedikit adalah waktu tunggu antara 15 menit sampai 20 menit dengan 8,4%. Rata-rata waktu tunggu yang dialami penumpang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Waktu Tunggu Penumpang Selama Satu Minggu

Rata-rata waktu tunggu yang dialami penumpang selama satu minggu adalah 12,56 menit. Penumpang bus Trans Metro Bandung rute 2 pada hari Sabtu menunggu bus dengan rata – rata sekitar 18,5 menit. Waktu tunggu terendah yang dialami penumpang terjadi pada hari Senin dan Rabu dengan rata – rata selama 8 menit. Untuk penjelasan waktu tunggu secara deskriptif lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

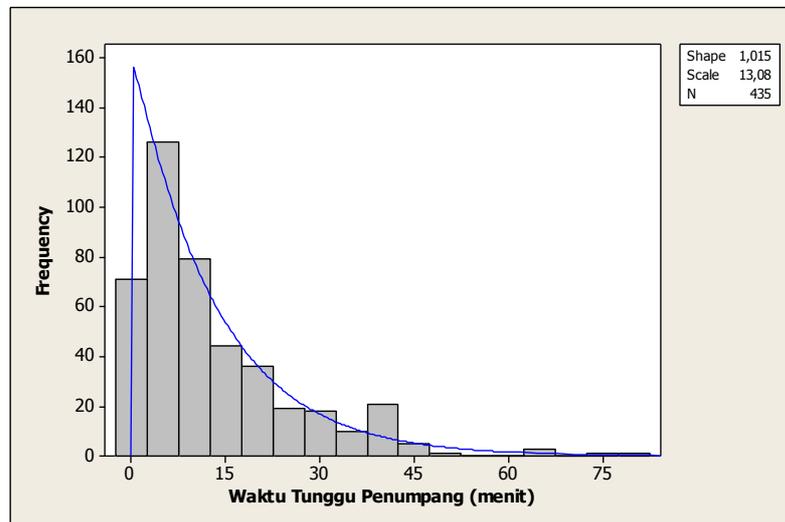
**Tabel 1** Deskripsi Statistik Waktu Tunggu Penumpang Setiap Hari

Hari	median	Mode	Rata-Rata	Max	Min	Deviasi Standar
Sabtu	12,967	19,233	18,492	66,200	0,050	16,107
Minggu	11,233	3,450	15,172	77,933	1,733	17,095
Senin	4,583	3,183	8,558	44,283	0,067	9,358
Selasa	8,442	2,933	9,644	37,667	0,167	9,454
Rabu	6,575	2,883	8,020	40,567	0,633	6,945
Kamis	14,692	23,100	14,408	34,150	0,533	8,565
Jumat	7,183	7,183	13,609	49,317	0,417	12,792

Dengan menggunakan analisis statistik uji Anderson Darling didapatkan bahwa jenis distribusi dari waktu tunggu penumpang yang cocok adalah distribusi eksponensial. Nilai *p-value* yang didapat dari distribusi eksponensial adalah 0,640 dimana nilai *p-value* lebih besar dari 0,05.

Gambar 3 dan Tabel 2 menunjukkan hasil analisis uji kebaikan sesuai dengan metode Anderson Darling pada data waktu tunggu penumpang. Nilai statistik uji Anderson-Darling

digunakan untuk mengetahui seberapa baik data mengikuti distribusi tertentu. Semakin kecil nilai AD, maka semakin baik tingkat kecocokan jenis distribusi dengan data yang dimiliki. Pada analisis jenis distribusi yang dilakukan, nilai AD yang terkecil didapat pada jenis distribusi eksponensial.



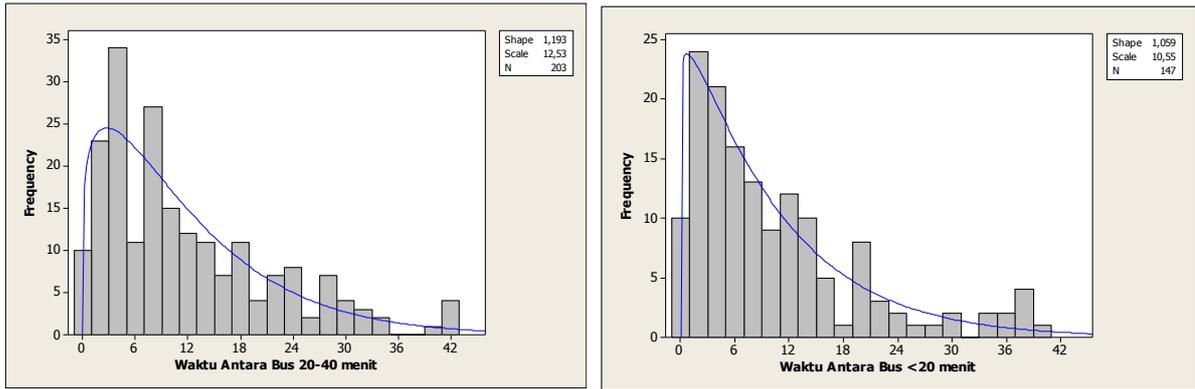
**Gambar 3** Histogram Distribusi Waktu Tunggu Penumpang

**Tabel 2** Hasil Uji Jenis Distribusi Waktu Tunggu Penumpang

Goodness-of-fit test	AD	<i>p-value</i>
Box-Cox Transformation	0,492	0,217
Exponensial	0,401	0,640
Weibull	0,417	0,250
Gamma	0,433	0,250

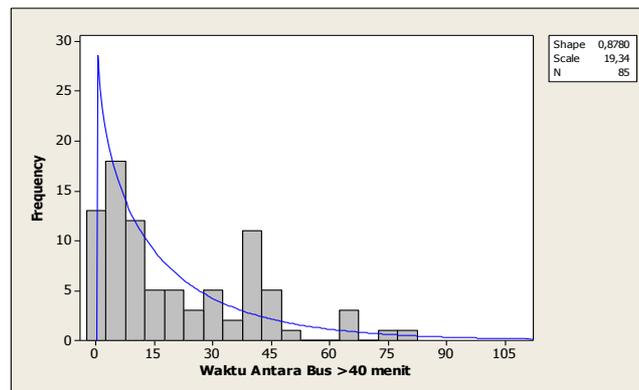
### **Pengaruh Waktu Antara Bus Terhadap Distribusi Waktu Tunggu Penumpang**

Waktu tunggu penumpang dibagi dalam kelompok waktu antara bus, yaitu kurang dari 20 menit, 20-40 menit, dan lebih dari 40 menit. Gambar 4 menunjukkan histogram dari waktu tunggu penumpang berdasarkan kelompok waktu antara bus. Tabel 3 menunjukkan deskripsi statistik dari ketiga kelompok waktu antara bus yang memperlihatkan bahwa semakin lama waktu kedatangan bus maka semakin lama waktu tunggu yang akan dialami penumpang. Sebaran data waktu tunggu terbesar terjadi pada waktu antara bus lebih dari 40 menit.



a. Waktu Antara Bus Kurang dari 20 menit

b. Waktu Antara Bus 20 – 40 menit



c. Waktu Antara Bus Lebih dari 40 menit

**Gambar 4** Histogram Waktu Tunggu Penumpang Berdasarkan Waktu Antara

**Tabel 3** Deskripsi Statistik Waktu Tunggu Penumpang Berdasarkan Kelompok Waktu Antara Bus

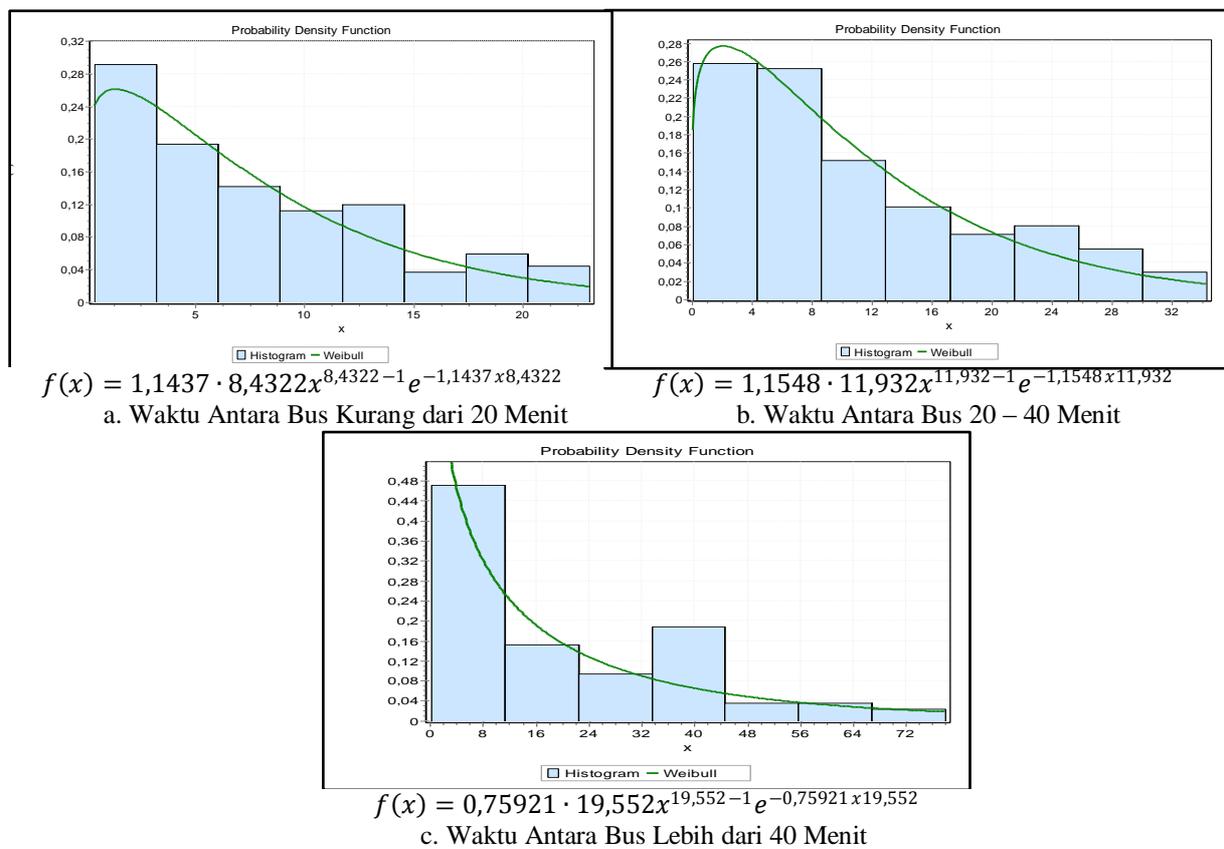
Kelompok Waktu Antara Bus	Mean (menit)	Median (menit)	Deviasi Standar
<20 menit	10,316	8,317	9,664
20-40 menit	11,806	8,8	9,724
>40 menit	20,5	12,43	19,68

Dari ketiga interval waktu antara bus tersebut, selanjutnya dilakukan analisis jenis distribusi dari waktu tunggu penumpang berdasarkan interval waktu antara bus dengan metode uji statistik Anderson Darling. Hasil dari analisis jenis distribusi waktu tunggu penumpang berdasarkan interval waktu antara dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan nilai AD dan *p-value* dari setiap interval waktu antara bus. Dari kedua nilai tersebut, data waktu tunggu penumpang pada interval waktu antara kurang dari 20 menit, antara 20-40 menit, dan waktu antara lebih dari 40 menit, mengikuti jenis distribusi Weibull.

Gambar 5 menunjukkan fungsi kepadatan peluang pada setiap histogram masing-masing data. Berdasarkan analisis uji kebaikan suai, data waktu tunggu pada setiap kelompok waktu antara bus tidak memiliki perbedaan. Pada kelompok waktu antara bus kurang dari 20 menit, antara 20-40 menit, dan lebih dari 40 menit memiliki distribusi yang sama.

**Tabel 4** Hasil Uji Jenis Distribusi Waktu Tunggu Penumpang Berdasarkan Interval Waktu Antara Bus

Jenis Distribusi	Waktu Antara <20 menit		Waktu Antara 20-40 menit		Waktu Antara >40 Menit	
	Nilai AD	<i>p-value</i>	Nilai AD	<i>p-value</i>	Nilai AD	<i>p-value</i>
Box-Cox Transformation	3,199	0,005	5,822	0,005	0,869	0,025
Exponensial	1,671	0,02	2,59	0,003	1,851	0,013
Weibull	1,111	0,1	0,58	0,145	0,819	0,110
Gamma	1,163	0,007	0,6	0,146	0,863	0,035



**Gambar 5** Fungsi Kepadatan Peluang Pada Kelompok Waktu Antara Bus

## KESIMPULAN

Studi ini menemukan bahwa jenis distribusi dari data gabungan waktu tunggu penumpang Trans Metro Bandung rute 2 selama satu minggu adalah distribusi eksponensial dengan nilai rata-rata sebesar 12,646 menit. Waktu tunggu penumpang paling lama dialami pada hari Minggu selama 78 menit dan paling cepat dialami pada hari Sabtu selama 1 menit. Rata-rata waktu tunggu penumpang setiap hari paling lama terjadi pada hari Sabtu selama 18 menit dan rata-rata waktu tunggu penumpang paling cepat terjadi pada hari Rabu dan Senin selama 8 menit.

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis distribusi untuk waktu tunggu penumpang pada waktu antara bus interval kurang dari 20 menit, antara 20-40 menit, dan lebih dari 40 menit berjenis distribusi Weibull. Analisis menunjukkan, ketiga data waktu tunggu penumpang berdasarkan interval waktu antara tidak memiliki perbedaan distribusi.

Informasi dari hasil penelitian ini dapat digunakan untuk merancang rencana operasi dari Trans Metro Bandung rute 2 serta jumlah armada yang dibutuhkan agar waktu tunggu tidak lebih dari 30 menit. Saat ini Trans Metro Bandung memiliki rencana waktu antara bus sebesar 20 menit, namun pada prakteknya masih ada bus yang memiliki waktu antara lebih dari 20 menit. Dengan informasi ini pula dapat disusun optimalisasi rencana operasi agar didapat hasil yang optimal antara jumlah bus, jumlah penumpang, waktu antara, dan waktu operasi.

## **REFERENSI**

- Ang, A.H-S. dan Tang, W.H., 2007, *Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering* 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., Hoboken, Nj
- Ceder, A. 2007, *Public Transit Planning and Operation Theory, modelling and practice*. Civil and Environmental Faculty, Transportation Research Institute, Technion – Israel Institute of Technology, Haifa
- Levinson, H. S., Zimmerman, S., Clinger, J., dan Rutherford, C. S. 2002, *Bus Rapid Transit, vol.1: Case Studies in Bus Rapid Transit*. TRCP Report 90. Washington, D.C.: Transportation Research Board
- Luethi, M., Weidmann, U., dan Nash, A. 2006, *Passenger Arrival Rates at Public Transport Stations*. Institute for Transport Planning and Systems, ETH Zurich, Zurich
- Meakin, R. 2001, *Regulasi dan Perencanaan Bus Modul 3c Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang*. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), Eschborn
- Mishalani, R. G. dan McCord, M.M. 2006, *Passenger Wait Time Perceptions at Bus Stop: Empirical Result and Impact on Evaluating Real-Time Bus Arrival Information*. *Journal of Public Transportation*, vol. 9, no.2
- Nasrulloh, M. 2010, *Sistem Bus Rapid Transit di Jakarta: Integrasi Perkotaan dan Dampak Lingkungan*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Nolan, R. B. dan Small, Kenneth A. 1995, *Travel Time Uncertainty, Departure Time Choice, and Cost of the Morning Commute*. Department of Economics and Institute of Transportation Studies University of California, Irvine
- Ohmori, N., Hirano, T., Harata, N., dan Ohta, K. 2001, *Passenger's Waiting Behavior at Bus Stop*. The University of Tokyo, Tokyo
- Safar, G. 2009, *Goodness of Fit*. (Online), ([exponensial.wordpress.com](http://exponensial.wordpress.com), diakses 14 Februari 2014)
- Salek, M. dan Machemehl, R. B. 1997, *Characterizing Bus Transit Passenger Waiting Time*. Center for Transportation Research University of Texas, Austin

- Transportation Research Board. 1999, Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition. Transportation Research Board of the National Academies, Washington D.C.
- Vuchic, V. R. 2005, Urban Transit : Operations, Planning, and Economics. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey
- Warpani, S. P. 2009, Trans Metro Bandung. (Online), ([www.pikiran-rakyat.com](http://www.pikiran-rakyat.com), diakses 15 Juli 2013)
- Wright, L. 2002, Bus Rapid Transit. Sustainable Transport. Federal Ministry of Economic Cooperation and Development, Eschborn

## EVALUASI LAYANAN SHELTER DAN TINGKAT PENGISIAN BUS TRANS METRO BANDUNG KORIDOR CICAHEUM-CIBEUREUM

**Luthfi Yudha Oktano**  
Mahasiswa Program Sarjana,  
Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
[yudha.oktano@gmail.com](mailto:yudha.oktano@gmail.com)

**Tri Basuki Joewono**  
Staf Pengajar  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Cimbuleuit 94, Bandung  
[vftribas@unpar.ac.id](mailto:vftribas@unpar.ac.id)

### Abstract

Quality of service of public transportation is determined also by the quality of stop (shelter). The analysis is needed to evaluate the effect to load factor. The aim of this study is to evaluate the quality of service of shelter and to determine the suggestion of additional shelter using ArcGIS software. The results of the service definition in digital map are analyzed to evaluate its concentration and effects. The study results suggest 11 additional location for shelter with 500 m catchment area. This is the most effective location based on the analysis of bus stop performance and load factor. The analysis based on 500 m catchment area results load factor as much as 0,90 psr/space of load factor and the average distance between stops is 801,09 m.

**Keywords:** *Bus Rapid Transit (BRT), Trans Metro Bandung (TMB), Load Factor, Catchment Area*

### Abstrak

Kualitas pelayanan angkutan publik ditentukan pula oleh kualitas layanan tempat pemberhentian. Analisis tersebut diperlukan juga untuk mengetahui pengaruhnya pada tingkat pengisian. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi layanan tempat perhentian (shelter) dan menentukan usulan lokasi halte berdasarkan sebaran lokasi naik turun penumpang menggunakan perangkat lunak ArcGis. Hasil pendefinisian dalam peta digital dianalisis untuk mengevaluasi konsentrasi dan pengaruhnya. Analisis menunjukkan diperlukannya 11 lokasi perhentian tambahan untuk daerah layanan sejarak 500 m. Lokasi tersebut merupakan yang paling efektif berdasarkan analisis perbandingan kinerja halte dan tingkat pengisian. Hasil analisis pada daerah layanan sejarak 500 m menghasilkan tingkat pengisian sebesar 0,90 orang/ruang dan jarak rata-rata antar halte 801,09 m.

**Kata-kata Kunci:** *Bus Rapid Transit (BRT), Trans Metro Bandung (TMB), Tingkat Pengisian, Daerah Layanan*

## PENDAHULUAN

Secara umum, BRT adalah angkutan berorientasi pelanggan berkualitas tinggi, yang memberikan mobilitas perkotaan yang cepat, nyaman, dan murah (Wright, 2003). Sistem transportasi BRT ini sudah diterapkan di Bandung untuk mengatasi kemacetan dengan nama Trans Metro Bandung (TMB) (Warpani, 2009).

Pada pengoperasiannya terdapat beberapa hal yang membuat TMB tidak seperti BRT pada umumnya, yaitu TMB tidak menggunakan jalur khusus, pengumpulan tiket secara manual di dalam bus, dan halte yang tidak beroperasi sempurna (Dinas Perhubungan, 2013). Perilaku pengguna layanan TMB yang seringkali memberhentikan bus TMB di luar tempat perhentian juga menjadi salah satu faktor buruknya layanan TMB, karena menurut Vuchic (2007) tempat perhentian atau stasiun mempengaruhi kapasitas operasi angkutan publik. Untuk mengakomodasi penumpang yang melakukan aktivitas naik atau turun di luar

tempat perhentian resmi, maka diperlukan penentuan lokasi perhentian berdasarkan daerah layanan yang ditentukan.

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis lokasi perhentian TMB koridor Cicaheum-Cibeureum berdasarkan sebaran lokasi naik turun penumpang dengan menggunakan peta digital. Analisis dilanjutkan dengan mengevaluasi tingkat pengisian TMB koridor Cicaheum-Cibeureum berdasarkan beberapa skenario (usulan) lokasi perhentian. Penelitian tentang kualitas layanan tempat perhentian (shelter) serta tingkat pengisian TMB koridor Cicaheum-Cibeureum ini berguna agar dapat diketahui usulan jumlah dan lokasi tempat perhentian yang efektif dengan menggunakan bantuan perangkat lunak peta digital, yaitu ArcGis.

## TEMPAT PERHENTIAN BUS

Tempat perhentian (halte) adalah lokasi dimana bus menaikkan atau menurunkan penumpang yang terdiri atas beberapa area naik turun penumpang (Kittelson, 2003). Fasilitas halte berperan penting sebagai daya tarik penumpang untuk menggunakan angkutan umum (TRB, 2003).

Aksesibilitas yang baik, seperti tersedianya jalur khusus kursi roda dan orang tua, akan mempengaruhi daya tarik penumpang (Kittelson, 2003). Suatu tempat perhentian selayaknya dapat diakses dengan jarak tempuh sekitar 400 meter atau dalam waktu 5 menit berjalan dengan kecepatan 4,5 km/jam (Tyler, 2002). Jarak akses penumpang terhadap layanan tempat perhentian disebut daerah layanan (*catchment area*) (TCC, 2010). Berikut ini adalah rekomendasi jarak layanan menurut TCC (2010):

1. Koridor frekuensi tinggi (<10 menit antara bus di puncak): 400-500 m
2. Koridor frekuensi sedang (10-30 menit antara bus di puncak): 300-400 m
3. Koridor frekuensi rendah (> 30 menit antara bus di puncak): 200-300 m

Kualitas layanan tempat perhentian akan mempengaruhi distribusi penumpang di masing-masing tempat perhentian. Distribusi tersebut selanjutnya mempengaruhi tingkat pengisian bus. Tingkat pengisian adalah perbandingan antara jumlah penumpang dengan kapasitas yang ditawarkan (Vuchic, 2007). Dinas Perhubungan Kota Bandung (2002) menyatakan bahwa tingkat pengisian minimum suatu angkutan umum untuk beroperasi adalah 70%. SPM TransJakarta mengatur bahwa tingkat pengisian standar TransJakarta sebesar 0,75 orang/ruang.

## METODE PENELITIAN

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah memperoleh data yang terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer yang dibutuhkan meliputi lokasi dan jumlah naik turun penumpang sepanjang lintasan yang diperoleh melalui survei dinamis di dalam bus TMB. Selama survey, surveyor mencatat jumlah penumpang yang naik dan turun pada setiap lokasi perhentian, baik resmi maupun tidak.

Lokasi perhentian tersebut diperoleh dengan melakukan *tracking* sepanjang perjalanan menggunakan aplikasi *My Tracks* yang dioperasikan melalui *smartphone*. Penelusuran (*tracking*) tersebut akan menghasilkan koordinat lokasi perhentian dalam sumbu global. Lokasi yang presisi tersebut dapat diperoleh dikarenakan peralatan tersebut terhubung dengan sistem *Global Positioning System* (GPS). Koordinat lokasi tersebut selanjutnya diinput kedalam perangkat lunak ArcGis untuk dilakukan digitasi dan pendefinisian lokasi perhentian selama survei.

Dengan menggunakan perangkat lunak ArcGis hasil pendefinisian tersebut diolah dengan menggabungkan lokasi naik turun penumpang sebenarnya yang berada pada satu daerah layanan yang kemudian akan dijadikan tempat perhentian usulan yang baru. Daerah layanan (*catchment area*) yang dicoba dalam analisis ini adalah 200 m, 400 m, dan 500 m. Nilai-nilai ini dipilih berdasar perkiraan rata-rata jarak perjalanan calon penumpang bus. Berdasarkan lokasi tempat perhentian baru tersebut kemudian dihitung tingkat pengisian TMB berdasarkan daerah layanan yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

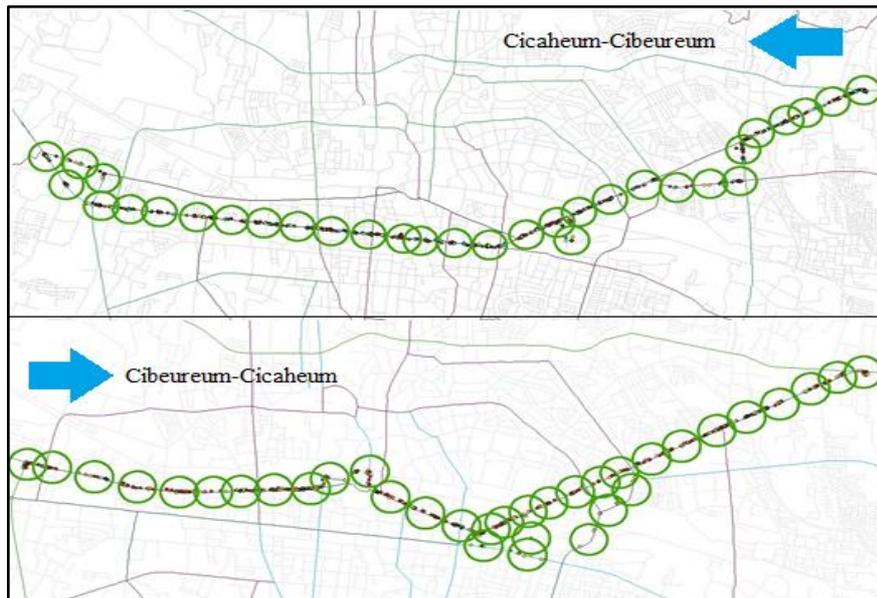
### Lokasi Halte Resmi dan Penentuan Lokasi Perhentian

Kebiasaan penumpang TMB yang seringkali naik turun di luar halte yang beroperasi mengakibatkan banyaknya perhentian bus di luar lokasi halte resmi yang telah ditentukan. Lokasi naik turun penumpang yang tersebar tersebut selanjutnya digabung dalam satu suatu daerah layanan (*catchment area*) yang telah ditentukan, yaitu 200 m, 400 m, dan 500 m. Pemilihan lokasi perhentian usulan dilakukan dengan menetapkan lokasi median pada konsentrasi naik turun penumpang yang berada dalam satu daerah layanan. Hasil analisis penentuan lokasi perhentian menghasilkan 47 lokasi perhentian untuk daerah layanan 200 m, 18 lokasi perhentian untuk daerah layanan 400 m, dan 16 lokasi perhentian untuk daerah layanan 500 m.

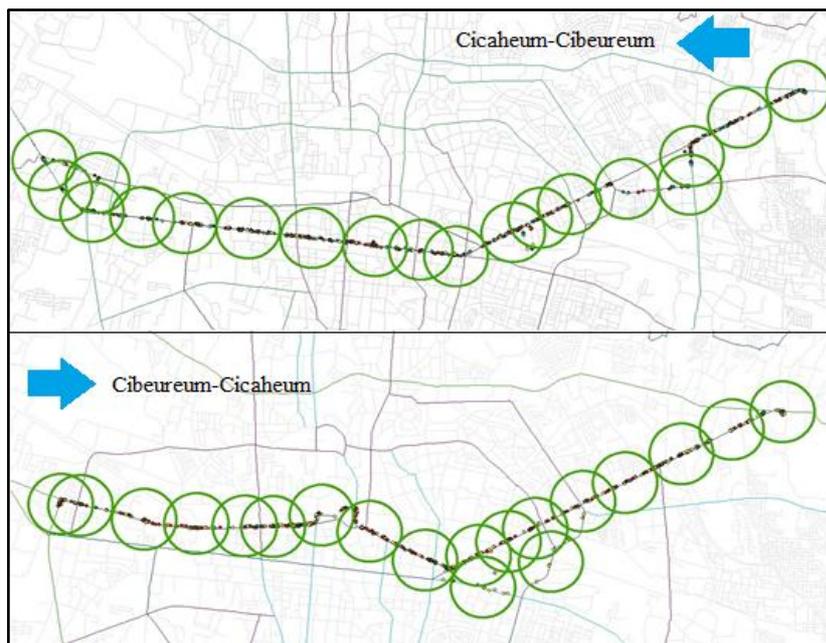
Pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 dapat terlihat bahwa seluruh lokasi naik turun penumpang dapat dicakupi, baik oleh daerah layanan 200 m, 400 m, dan 500 m. Daerah layanan ditunjukkan dengan lingkaran berwarna hijau dalam gambar tersebut.

### **Blankspot dan Overlap Berdasarkan Halte Resmi dan Lokasi Naik Turun Penumpang**

Berdasar analisis lokasi nyata tempat perhentian penumpang, baik resmi maupun tidak resmi, selanjutnya dilakukan analisis kualitas layanan tempat perhentian tersebut. Analisis dilakukan dengan menghitung lokasi yang tidak terlayani (*blankspot*) serta lokasi yang terlayani oleh lebih dari satu tempat perhentian (*overlap*). Hasil perhitungan daerah yang tidak terlayani dan daerah yang berhimpit selanjutnya dibandingkan berdasar halte resmi yang masih beroperasi serta halte usulan dengan jarak layanan adalah 200 m, 400 m, dan 500 m.



**Gambar 1** Hasil Penggabungan Lokasi Naik Turun Penumpang Dengan Daerah Layanan 200 m

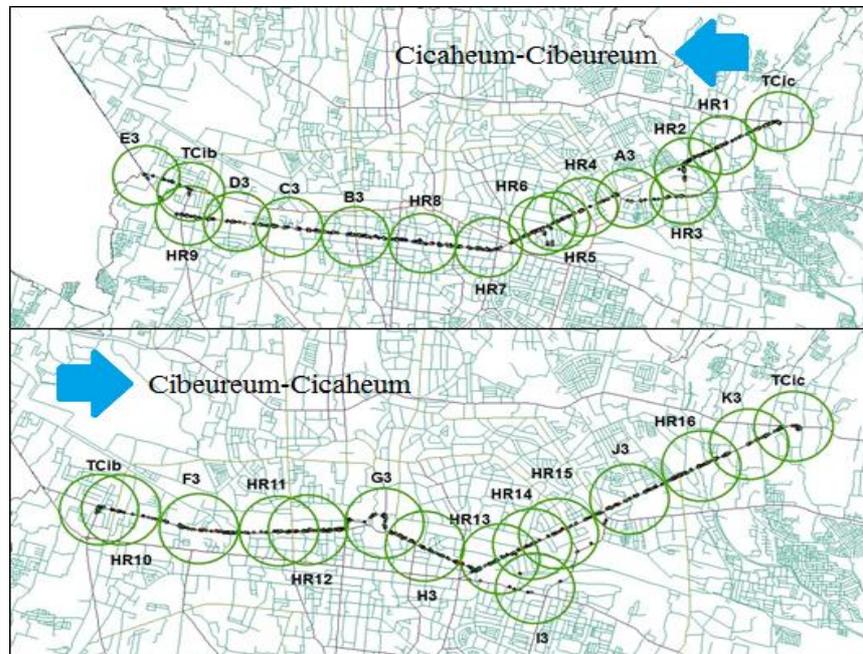


**Gambar 2** Hasil Penggabungan Lokasi Naik Turun Penumpang Dengan Daerah Layanan 400 m

Jarak daerah yang tidak terlayani (*blankspot*) dan berhimpit (*overlap*) diperoleh dengan melakukan pengukuran jarak yang tidak tercakupi dan berhimpit akibat radius daerah layanan pada halte digital. Gambar 4 menunjukkan ilustrasi penentuan jarak daerah yang tidak terlayani dan berhimpit.

Analisis diawali dengan perhitungan *blankspot* dan *overlap* untuk perjalanan bus dari Cicaheum menuju Cibeureum serta perjalanan dari Cibeureum menuju Cicaheum akibat

daerah layanan yang diteliti. Deskripsi data halte, *blankspot*, dan *overlap* berdasarkan masing-masing daerah layanan ditunjukkan pada Tabel 1.



**Gambar 3** Hasil Penggabungan Lokasi Naik Turun Penumpang Dengan Daerah Layanan 500 m



**Gambar 4** Penentuan Jarak Daerah Yang Tidak Terlayani dan Berhimpit

Untuk mengetahui perbedaan jarak *blankspot* dan *overlap*, maka dilakukan analisis perbandingan dengan menggunakan uji t. Uji t diawali dengan uji homogenitas dengan menggunakan tingkat keterandalan sebesar 0,05. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.2. Hipotesis yang diuji adalah:

Ho: Tidak ada perbedaan nilai varians jarak daerah blankspot/overlap antara jalur Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum.

Ha: Ada perbedaan nilai varians jarak daerah blankspot/overlap antara jalur Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum.

Hasil analisis perbandingan *blankspot* dan *overlap* pada halte resmi dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil perbandingan *blankspot* dan *overlap* dengan daerah layanan 400 m dan 500

m menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan nilai rata-rata jarak daerah yang berhimpit maupun jarak tidak terlayani antara jalur Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum. Pada daerah layanan 200 m diperoleh hasil analisis bahwa terdapat perbedaan yang signifikan nilai rata-rata jarak daerah yang berhimpit maupun jarak tak terlayani antara jalur Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum.

**Tabel 1** Deskripsi Data Halte, *Blankspot*, dan *Overlap*

Radius Daerah Layanan 200 m						
Arah Perjalanan	Halte		<i>Blankspot</i>		<i>Overlap</i>	
	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan
Cicaheum-Cibeureum	n= 9	n= 32	n= 10	n= 10	n= 1	n= 15
	$\bar{x} = 1,21$ km	$\bar{x} = 0,41$ km	$\bar{x} = 0,57$ km	$\bar{x} = 0,05$ km	$\bar{x} = 0,12$ km	$\bar{x} = 0,07$ km
Cibeureum-Cicaheum	n= 7	n= 35	n= 4	n= 12	n= 4	n= 24
	$\bar{x} = 1,28$ km	$\bar{x} = 0,38$ km	$\bar{x} = 1,77$ km	$\bar{x} = 0,09$ km	$\bar{x} = 0,12$ km	$\bar{x} = 0,09$ km
Radius Daerah Layanan 400 m						
Arah Perjalanan	Halte		<i>Blankspot</i>		<i>Overlap</i>	
	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan
Cicaheum-Cibeureum	n= 9	n= 18	n= 6	n= 3	n= 4	n= 12
	$\bar{x} = 1,21$ km	$\bar{x} = 0,67$ km	$\bar{x} = 0,71$ km	$\bar{x} = 0,02$ km	$\bar{x} = 0,34$ km	$\bar{x} = 0,26$ km
Cibeureum-Cicaheum	n= 7	n= 18	n= 4	n= 4	n= 5	n= 19
	$\bar{x} = 1,28$ km	$\bar{x} = 0,65$ km	$\bar{x} = 1,37$ km	$\bar{x} = 0,13$ km	$\bar{x} = 0,36$ km	$\bar{x} = 0,22$ km
Radius Daerah Layanan 500 m						
Arah Perjalanan	Halte		<i>Blankspot</i>		<i>Overlap</i>	
	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan
Cicaheum-Cibeureum	n= 9	n= 14	n= 3	n= 0	n= 7	n= 12
	$\bar{x} = 1,21$ km	$\bar{x} = 0,80$ km	$\bar{x} = 1,35$ km	$\bar{x} = 0$ km	$\bar{x} = 0,38$ km	$\bar{x} = 0,32$ km
Cibeureum-Cicaheum	n= 7	n= 13	n= 4	n= 3	n= 5	n= 9
	$\bar{x} = 1,28$ km	$\bar{x} = 0,83$ km	$\bar{x} = 1,10$ km	$\bar{x} = 0,15$ km	$\bar{x} = 0,50$ km	$\bar{x} = 0,43$ km

**Tabel 2** Hasil Uji Homogenitas Nilai Variansi

	Jarak <i>Blankspot</i> (m)			Jarak <i>Overlap</i> (m)		
	R=200m	R=400m	R=500m	R=200m	R=400m	R=500m
F.	0,756	0,365	1,368	0,000	0,022	0,274

	Jarak <i>Blankspot</i> (m)			Jarak <i>Overlap</i> (m)		
	R=200m	R=400m	R=500m	R=200m	R=400m	R=500m
Sig.	0,405	0,563	0,295	0,000	0,866	0,612

\*R= jarak catchment area

**Tabel 3** Hasil Perbandingan *Blankspot* dan *Overlap* Pada Halte Resmi

Blankspot dan Overlap	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Radius Daerah Layanan 200 m					
Blankspot	-3,133	10	0,011	-120,005	383,054
Overlap	0,00	0,00	0,000	-186,324	0,0000
Radius Daerah Layanan 400 m					
Blankspot	-1,015	8	0,340	-669,858	660,117
Overlap	0,178	6	0,864	27,930	156,723
Radius Daerah Layanan 500 m					
Blankspot	-1,015	8	0,340	-669,858	660,117
Overlap	-0,840	10	0,421	-119,676	142,520

Analisis dilanjutkan dengan perhitungan *blankspot* dan *overlap* berdasarkan halte usulan. Semakin banyak daerah berhimpit tentu tidak efektif karena jarak antar halte semakin dekat dan bus akan sering berhenti. Hal tersebut mengakibatkan waktu perjalanan bertambah dan keandalan angkutan tersebut berkurang.

Hasil analisis perbandingan *blankspot* dan *overlap* berdasarkan halte usulan dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis *blankspot* dan *overlap* menunjukkan seluruh *p-value* pada jarak *catchment area* 200 m, 400 m dan 500 m lebih besar dibandingkan  $\alpha$  sehingga hipotesis null tidak dapat ditolak. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah tidak ada perbedaan yang signifikan nilai rata-rata jarak daerah yang berhimpit maupun tak terlayani antara jalur Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum.

#### **Tingkat Pengisian dan Jumlah Penumpang Pada Hari Kerja serta Akhir Pekan**

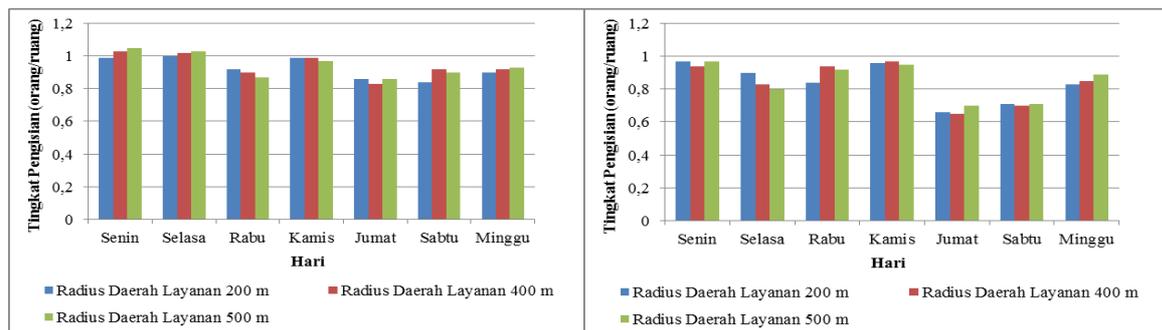
Perhitungan tingkat pengisian pada penelitian ini menggunakan waktu antara rencana yang dipublikasikan, yaitu 25 menit dan kapasitas kendaraan 79 ruang. Berdasarkan dua daerah layanan yang berbeda diperoleh tingkat pengisian yang berbeda pula. Rata-rata tingkat pengisian TMB dengan daerah layanan halte 200 m adalah 0,88 orang/ruang. Dengan daerah layanan halte 400 m tingkat pengisian rata-rata yang diperoleh adalah 0,89 orang/ruang.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa seluruh tingkat pengisian harian berada di atas tingkat pengisian minimum yang ditetapkan Dishub, yaitu 0,70 orang/ruang dan SPM TransJakarta (0,75 orang/ruang). Akan tetapi dengan daerah layanan halte 400 m terdapat tingkat pengisian yang lebih tinggi, yaitu pada hari Senin dan Selasa. Hal ini berarti tingkat pelayanan yang diberikan kurang baik.

**Tabel 4** Hasil Perbandingan *Blankspot* dan *Overlap* Sesuai Lokasi Usulan

Blankspot dan Overlap	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Radius Daerah Layanan 200 m					
Blankspot	-0,825	18,000	0,420	-14,707	17,836
Overlap	-0,6470	35,0000	0,522	-13,486	20,843
Radius Daerah Layanan 400 m					
Blankspot	-0,012	5,000	0,213	-111,670	78,339
Overlap	0,694	29,000	0,493	40,606	58,500
Radius Daerah Layanan 500 m					
Blankspot	-1,122	3,000	0,309	-109,683	89,721
Overlap	-1,298	19,000	0,210	-110,567	85,164

Perhitungan tingkat pengisian TMB arah perjalanan Cibeureum-Cicaheum pada hari Jumat dan Sabtu, baik dengan daerah layanan halte 200 m maupun 400 m, berada di bawah tingkat pengisian minimum yang ditetapkan Dishub dan standar SPM TransJakarta. Berdasarkan Gambar 5 diketahui bahwa intensitas penumpang pada arah Cicaheum-Cibeureum lebih besar dibandingkan arah Cibeureum-Cicaheum.



**Gambar 5** Tingkat Pengisian Harian TMB Koridor Cicaheum-Cibeureum

Distribusi penumpang bus TMB pada dasarnya bersifat diskrit. Dengan membandingkan profil tingkat pengisian dapat terlihat perbedaan sifat distribusi berdasarkan beberapa radius daerah yang ditinjau. Berdasarkan profil tingkat pengisian yang dapat dilihat pada Lampiran 1, 2, dan 3 ditunjukkan bahwa dengan radius daerah layanan yang semakin kecil distribusi penumpang cenderung bersifat kontinu.

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan jumlah penumpang pada hari kerja dan akhir pekan, maka dilakukan analisis perbandingan jumlah penumpang terangkut pada hari kerja dan akhir pekan. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai *p-value* yang lebih besar dari nilai signifikansi (0,05). Berdasarkan hasil uji homogenitas, maka dapat disimpulkan bahwa uji t independen dilakukan dengan varian sama. Adapun hipotesis yang diuji pada analisis ini adalah:

Ho: Tidak ada perbedaan nilai rata-jumlah penumpang terangkut antara hari kerja dan akhir pekan.

Ha: Ada perbedaan nilai rata-jumlah penumpang terangkut antara hari kerja dan akhir pekan.

Hasil perbandingan uji t menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata jumlah penumpang terangkut antara hari kerja dan akhir pekan. Hal ini berarti bahwa intensitas jumlah penumpang TMB pada hari kerja dan akhir pekan tidak berbeda signifikan.

**Tabel 4** Hasil Analisis Perbandingan Jumlah Penumpang Terangkut

Perbandingan Jumlah Penumpang Terangkut	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Hari Kerja dan Akhir Pekan	0,245	19	0,809	2,6667	10,882

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini digunakan data naik turun penumpang yang lebih akurat dengan bantuan aplikasi *My Tracks* yang terhubung dengan GPS. Hal tersebut bermanfaat untuk menentukan lokasi perhentian berdasarkan sifat naik turun penumpang TMB koridor Cicaheum-Cibeureum agar lebih akurat, yaitu mempertimbangkan kebutuhan masyarakat pengguna bus. Selain itu pada penelitian ini dilakukan perbandingan antar waktu untuk mengetahui aktivitas penumpang setiap hari, sehingga bermanfaat untuk menentukan frekuensi bus agar dapat mengangkut seluruh penumpang namun menghemat jumlah kendaraan yang beroperasi. Analisis tingkat pengisian berdasarkan klasifikasi daerah layanan bermanfaat untuk mengetahui kinerja TMB dengan daerah layanan yang berbeda. Hal tersebut berguna untuk menentukan daerah layanan halte yang ideal tidak hanya berdasarkan jumlah halte, daerah yang tidak terlayani, dan daerah yang berhimpit saja melainkan juga berdasarkan kualitas tingkat pengisian.

Setelah dilakukan digitasi lokasi naik turun penumpang TMB koridor Cicaheum-Cibeureum dan penggabungan lokasi naik turun penumpang sepanjang lintasan dengan daerah layanan yang ditentukan dapat diperoleh kebutuhan halte tambahan. Seluruh lokasi naik turun penumpang digabungkan berdasarkan konsentrasi aktivitas naik turun dengan daerah layanan yang dipilih, yaitu 200 m, 400 m, dan 500 m sehingga diperoleh 47, 18, dan 11 lokasi halte tambahan, secara berurutan.

Pada analisis daerah layanan halte pada halte resmi hanya radius daerah layanan 200 m saja yang memiliki perbedaan signifikan antara arah Cicaheum-Cibeureum dengan Cibeureum-Cicaheum. Analisis daerah layanan berdasarkan halte usulan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara arah perjalanan Cicaheum-Cibeureum untuk radius daerah layanan 200 m, 400 m, dan 500 m.

Tingkat pengisian untuk ketiga jarak layanan memenuhi tingkat pelayanan minimum menurut Dinas Perhubungan dan standar SPM TransJakarta. Berdasarkan profil tingkat pengisian semakin kecil radius daerah layanan maka distribusi profil tingkat pengisian cenderung bersifat kontinu. Aktivitas penumpang TMB koridor Cicaheum-Cibeureum tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara akhir pekan dan hari kerja.

Berdasarkan analisis daerah layanan halte dan tingkat pengisian maka disimpulkan lokasi halte dengan daerah layanan 500 m merupakan yang paling efektif dibandingkan daerah layanan 200 m dan 400 m. Pada daerah layanan yang diteliti seluruh halte resmi yang beroperasi menghasilkan rata-rata jarak daerah yang tidak terlayani adalah sangat besar, sehingga dapat diusulkan untuk melakukan penambahan 11 lokasi halte dengan jarak rata-rata antar halte adalah 801,09 m.

Keunggulan penggunaan perangkat lunak GIS pada studi ini adalah dari segi pemanfaatan dan penerapannya. Perangkat lunak GIS juga dapat memberikan *output* koordinat tepat lokasi halte usulan, sehingga pengelola TMB Koridor 2 dapat lebih mudah untuk mengaplikasikan hasil studi ini. Selain itu dengan tambahan informasi tata guna lahan pihak pengelola TMB Koridor 2 dapat menghasilkan lokasi halte yang lebih ideal sesuai dengan kondisi tata guna lahan tersebut. Aplikasi hasil studi ini oleh pengelola dapat dilakukan dengan melakukan simulasi radius daerah layanan yang diinginkan dengan melihat *blankspot*, *overlap*, jumlah halte, dan tingkat pengisian yang dihasilkan oleh radius daerah layanan tersebut. Hal ini akan dapat memberikan hasil analisis optimalisasi layanan.

## **REFERENSI**

- Barker, B. J., Giuliano, G., Townes, M. S., Skinner, R. E. 2003. Bus Rapid Transit Volume 2: Implementation Guidelines. Washington DC: Transportation Research Board.
- Ceder, A. 2007. Public Transit Planning and Operation Theory, modelling and practice. Haifa: Civil and Environmental Faculty, Transportation Research Institute, Technion – Israel Institute of Technology.
- Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2002. Panduan Pengumpulan Data Manual. Jakarta: Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota.
- Kittelson & Associates Inc. 2003. Transit Capacity and Quality of Service Manual 2<sup>nd</sup> Edition. Washington DC: Transportation Research Board.
- Schalkwyk, T. V. 2010. Bus Stop Guidelines. Taurangga: Taurangga City Council.
- Tyler, N. 2002. Accesibility and The Bus System: from Concept to Practice, Accesibility Research Group, Center for Transport Studies. London: University College London.
- Vuchic, V. R. 2007. Urban Transit Systems and Technology. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Warpani, S. P. 2009. Trans Metro Bandung. Bandung: Pikiran Rakyat
- Wright, L. 2003. Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities Module 3b: Bus Rapid Transit. Braunschweig: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ).

## KARAKTERISTIK PERJALANAN DAN MODA SEPEDA MOTOR DI KOTA BANDUNG

**Bekti Albar Effendi**

Departement of Civil Engineering  
Parahyangan Catholic University  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung

Telp: (022) 2033691 Fax: (022) 2033692  
bektialbar@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**

Departement of Civil Engineering  
Parahyangan Catholic University  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung

Telp: (022) 2033691 Fax: (022) 2033692  
vftribas@gmail.com

### Abstract

Motorcycle choice might be influenced by travel characteristics. The purpose of this study is to analyze relationship between motorcycle characteristics and travel characteristics of motorcyclist. The data used in this study are primary data gathered from questionnaire distribution to motorcyclist in the City of Bandung. The results show that motorcycle characteristics distribution by the type and purchase status of motorcycle is different. Type of motorcycle has a weak relationship with travel characteristics. The capacity of the bike also has weak relationship with trip distance and trip frequency per day. Differently with motorcycle purchase status, it isn't having a significant relationship with travel characteristics, except trip distance.

**Keywords:** *Motorcycle, Travel Characteristics, Motorcycle Characteristics*

### Abstrak

Pemilihan tipe sepeda motor dapat dipengaruhi oleh karakteristik perjalanannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan karakteristik sepeda motor dengan karakteristik perjalanan penggunanya. Data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari penyebaran kuesioner pada pengguna sepeda motor di Kota Bandung. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi karakteristik sepeda motor berdasarkan tipe dan status pembelian sepeda motor berbeda. Tipe sepeda motor memiliki hubungan yang lemah dengan karakteristik perjalanan. Kapasitas mesin sepeda motor juga memiliki hubungan yang lemah dengan jarak per perjalanan dan frekuensi perjalanan per hari. Berbeda dengan status pembelian yang tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan karakteristik perjalanan, kecuali jarak perjalanan.

**Kata-kata Kunci:** *Sepeda Motor, Karakteristik Perjalanan, Karakteristik Sepeda Motor*

## PENDAHULUAN

Transportasi merupakan komponen utama dalam sistem hidup dan kehidupan, sistem pemerintahan, dan sistem kemasyarakatan (Susantono dan Parikesit, 2004), dimana jumlahnya terus bertambah, yaitu sebanyak 70.714.569 unit kendaraan bermotor pada tahun 2009 dengan 52.433.132 unit di antaranya adalah sepeda motor (BPS, 2010). Lubis (2009) mengatakan bahwa Indonesia adalah pasar sepeda motor terbesar di dunia, setelah China dan India. Pada tahun 2007 jumlah sepeda motor mencapai 78,3% dari total seluruh kendaraan bermotor di Indonesia.

Sillaparcharn (2007) mengatakan bahwa di negara-negara berkembang masalah pertumbuhan sepeda motor menjadi permasalahan penting. Semakin banyaknya produksi kendaraan bermotor, dan semakin tidak nyaman dan tidak amannya angkutan umum, mendorong masyarakat lebih memilih untuk memiliki kendaraan pribadi (Sukarto, 2006). Kebijakan pemerintah untuk menaikkan harga BBM membuat tarif transportasi umum ikut meningkat membuat pelaku perjalanan beralih ke penggunaan sepeda motor yang dianggap menghabiskan biaya perjalanan yang lebih murah (Laksmana, 2010). Wahyudi (2006) mengatakan bahwa efisiensi biaya dan perawatan sepeda motor mempengaruhi meningkatnya permintaan sepeda motor.

Pemilihan jenis kendaraan dipengaruhi oleh karakteristik individu seseorang (Choo dan Mokhtarian, 2004). Momeni dan Nazemi (2010) mengatakan pula bahwa pemilihan jenis kendaraan bergantung pada penilaian dan preferensi konsumen. Pemilihan jenis kendaraan dapat mempengaruhi efisiensi saat melakukan perjalanan, besarnya ruang di perkotaan yang digunakan untuk fungsi transportasi, serta alternatif jalan yang tersedia untuk wisatawan (Ortuzar dan Willumsen, 1999). Bagi masyarakat yang tinggal di perkotaan, kontribusi biaya transportasi terhadap biaya hidup cukup signifikan. Kondisi tersebut membuat orang mencari moda alternatif lain yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan keterbatasannya. Respon positif datang dari pasar dengan menyediakan prosedur yang sangat mudah untuk memiliki sepeda motor baru. Saat ini, sepeda motor menawarkan aksesibilitas dan mobilitas yang lebih tinggi dengan biaya operasional yang murah (Sunggiardi dan Putranto, 2009).

Ada beberapa studi yang menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen dalam memilih jenis kendaraan. Salah satunya adalah Choo dan Mokhtarian (2004) yang membahas pemilihan jenis mobil di San Fransisco. Momeni dan Nazemi (2010) membahas pemilihan jenis mobil keluarga di Teheran. Kebanyakan studi yang membahas pemilihan jenis kendaraan membahas pemilihan jenis dan tipe mobil, sedangkan studi pemilihan jenis sepeda motor di Indonesia belum banyak dilakukan. Litman (2002) mengatakan bahwa studi tersebut dapat memberikan informasi dalam membuat kebijakan manajemen kebutuhan transportasi (TDM). TDM dapat mempengaruhi perilaku konsumen, mengubah perencanaan transportasi, praktek investasi dengan cara meningkatkan pilihan bagi konsumen perjalanan, mendorong konsumen untuk mengurangi mengemudi dan lebih mengandalkan mode alternatif, atau menggeser waktu perjalanan.

Choo dan Mokhtarian (2004) mengatakan bahwa pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara sikap perjalanan, faktor gaya hidup dengan pilihan jenis, kendaraan dapat berguna bagi para perencana transportasi dalam mengembangkan transportasi terkait dengan kebijakan kepemilikan kendaraan. Lebih lanjut, perencana transportasi perlu memahami hirarki preferensi masyarakat yang mendorong pemilihan jenis kendaraan yang diinginkan dalam mengembangkan sistem transportasi ramah lingkungan (Johansson et al., 2005). Studi tentang pemilihan sepeda motor berdasarkan karakteristik perjalanan pengguna perlu dilakukan agar dapat memberikan informasi mengenai faktor yang mempengaruhi pemilihan sepeda motor. Choo dan Mokhtarian (2004) mengatakan bahwa karakteristik perjalanan pengguna kendaraan dapat mempengaruhi pemilihan jenis kendaraan yang digunakan.

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis karakteristik sepeda motor, yaitu kapasitas mesin, harga beli sepeda motor, tipe, dan status pembelian sepeda motor yang dipilih oleh pengguna sepeda motor, dan menganalisis hubungan karakteristik sepeda motor dengan karakteristik perjalanan pengguna sepeda motor, yaitu frekuensi, jarak, dan durasi perjalanan. Studi tentang pemilihan jenis sepeda motor di kota-kota di Indonesia diharapkan dapat memberi informasi untuk kebijakan TDM, sehingga dapat dicari kebijakan yang efektif untuk mengurangi kemacetan lalu lintas di masa datang.

## **PERJALANAN DENGAN SEPEDA MOTOR**

Perjalanan adalah pergerakan dari suatu tempat ke tempat lainnya (McGuckin et al., 2005). Tarigan (2010) mengatakan pula bahwa perjalanan adalah pergerakan orang atau barang antara dua tempat terpisah dan berhubungan erat dengan asal dan tujuan. McGuckin dan Murakami (1999) mengatakan bahwa tidak ada perjanjian resmi untuk definisi perjalanan pada saat perjalanan tersebut berantai. Karakteristik perjalanan adalah perilaku berpergian yang terdiri atas rutinitas utama yang cenderung berulang. Asumsi ini didasarkan pada kenyataan bahwa manusia mencoba untuk melakukan kegiatan seefisien mungkin (Schlich, 2001). Susilo dan Kitamura (2004) mengatakan bahwa kegiatan sehari-hari manusia terdiri atas kegiatan yang membangun hidupnya dan terjadi pada lokasi yang relatif sedikit dan untuk jangka waktu yang terbatas. Untuk mengambil bagian dalam kegiatan, manusia harus sering melakukan perjalanan antara tempat yang berbeda. Karakteristik perjalanan seseorang, termasuk perubahan dalam tujuan dan perilaku rantai perjalanannya, dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin dan siklus hidupnya (McGuckin et al., 2005). Seguin dan Bussiere (1997) mengatakan bahwa merujuk pada jenis kelamin, pria memiliki mobilitas perjalanan yang lebih tinggi daripada wanita. Pria lebih sering melakukan perjalanan untuk tujuan bekerja dan wanita lebih sedikit mobilitasnya untuk kegiatan berbelanja dan kegiatan pribadi lainnya.

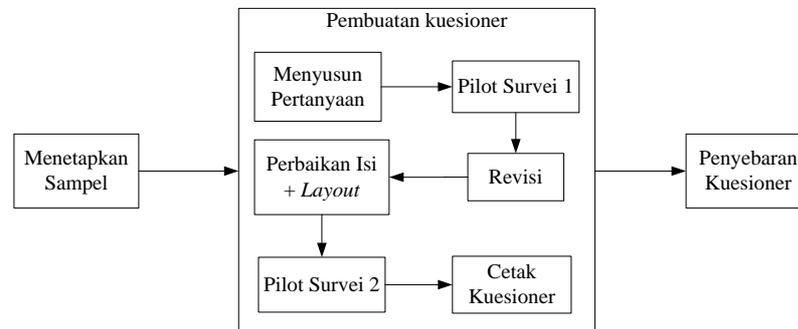
Penelitian tentang pemilihan jenis kendaraan banyak dilakukan di negara maju, khususnya adalah penelitian mengenai pemilihan mobil. Studi yang mendalam mengenai pemilihan sepeda motor belum banyak dilakukan, khususnya di negara sedang berkembang. Studi menunjukkan bahwa kecenderungan seseorang dalam memilih jenis kendaraan yang akan dipakainya dapat dipengaruhi oleh sikap perjalanan, karakteristik pengguna, dan mobilitas (Choo dan Mokhtarian, 2002). Pemilihan jenis kendaraan dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu karakteristik individu pengguna jalan, karakteristik perjalanan, dan karakteristik fasilitas jenis kendaraan (Tamin, 2000).

Di Indonesia rendahnya kualitas angkutan umum, tingginya mobilitas sepeda motor, dan harga sepeda motor yang terjangkau menjadi alasan masyarakat lebih memilih menggunakan moda sepeda motor (Joewono et al., 2013). Selain itu, di negara berkembang memiliki kendaraan pribadi menjadi salah satu cara agar diakui dalam suatu komunitas, yang mendorong masyarakat berbondong-bondong membeli kendaraan pribadi (Susilo et al., 2007). Wedagama (2009) mengatakan bahwa di Indonesia masyarakat menggunakan sepeda motor untuk perjalanan jarak pendek dan jarak jauh, bekerja, berbelanja, maupun bersekolah, hal ini dikarenakan rendahnya kualitas angkutan umum di Indonesia dan sepeda motor yang mudah digunakan dan efisien dibanding penggunaan mobil pribadi.

## **DATA**

Data mengenai penggunaan dan kepemilikan didapatkan melalui penyebaran kuesioner. Penjelasan detail dapat ditemukan dalam Effendi (2012) dengan proses seperti nampak dalam Gambar 1. Survei pada penelitian ini menggunakan metode *simple random sampling*. Kata-kata yang tercantum dalam kuesioner telah dipilih dengan teliti dan diuji coba melalui pilot survei. Pertanyaan dalam kuesioner dikelompokkan menjadi lima bagian, yaitu karakteristik pengguna, demografi keluarga, karakteristik penggunaan sepeda motor, karakteristik kepemilikan sepeda motor, dan opini perbaikan sepeda motor. Untuk meneliti karakteristik perjalanan pengguna sepeda motor, maka ditanyakan lima aspek

tentang karakteristik perjalanan pengguna sepeda motor, yaitu jarak perjalanan, frekuensi perjalanan, tujuan perjalanan, jumlah penumpang, dan durasi perjalanan.



Gambar 1 Diagram Alir Penyusunan Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan sejak tanggal 26 Maret hingga 8 April 2012 dan dilakukan pada hari kerja dan hari libur dengan jumlah total 1000 kuesioner. Kota yang dipilih adalah Kota Bandung, dimana jumlah penduduknya sebanyak 3.178.543 jiwa (BPS Provinsi Jawa Barat, 2011). Surveyor yang melakukan penyebaran kuesioner berjumlah sebelas orang. Surveyor melakukan penyebaran pada tempat-tempat berkumpulnya orang, misalnya bengkel, mall, rumah sakit, atau terminal. Penyebaran dilakukan oleh surveyor dengan cara pendekatan personal terhadap calon responden, yaitu dengan cara menjelaskan terlebih dahulu maksud dan tujuan dari kuesioner yang disebar. Kuesioner yang telah diisi oleh responden kemudian dikumpulkan dan selanjutnya dilakukan pemasukan data. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan data pembersihan data. Proses ini diperlukan untuk menentukan jawaban responden yang harus dibuang karena alasan ketidaklengkapan. Dari hasil survei didapatkan 995 set kuesioner yang terisi yang bisa digunakan dari total 1000 kuesioner yang disebar.

Dari hasil pengumpulan data diketahui data karakteristik sepeda motor. Studi menunjukkan bahwa sepeda motor yang paling banyak digunakan di Bandung adalah tipe bebek (42%) dan diikuti tipe matic (36,1%). Mayoritas responden (67,5%) menggunakan motor dengan kapasitas mesin (100-125) cc dan diikuti sepeda motor dengan kapasitas (125-150) cc. Survei menunjukkan bahwa mayoritas pengguna sepeda motor membeli sepeda motor dengan harga 10 juta sampai dengan 15 juta rupiah (55,3%). Peringkat kedua adalah sepeda motor dengan harga 5 juta sampai dengan 10 juta rupiah.

Selanjutnya, dalam studi ini yang dimaksud dengan jarak perjalanan adalah jarak perjalanan rata-rata yang ditempuh responden per perjalanan. Adapun durasi rata-rata perjalanan adalah waktu tempuh rata-rata per perjalanan, sedangkan frekuensi perjalanan adalah jumlah rata-rata perjalanan yang dilakukan responden dalam satu hari. Frekuensi perjalanan per hari menggunakan sepeda motor didefinisikan sebagai jumlah perjalanan dari suatu asal ke suatu tujuan yang dilakukan dalam satu hari penuh. Data ini dikumpulkan untuk mengetahui distribusi perjalanan menggunakan sepeda motor pada hari kerja.

Mayoritas pengguna sepeda motor melakukan perjalanan sejauh (5-10) km dengan proporsi sebesar 36% dan diikuti kelompok jarak lebih dari sepuluh kilometer per perjalanan (32,6%). Pada hari kerja pengguna sepeda motor paling banyak melakukan perjalanan selama (10-20) menit per perjalanan ( 27,6%). Data menunjukkan bahwa pengguna sepeda motor paling banyak melakukan perjalanan sebanyak dua kali dalam sehari (39%) dan diikuti kelompok dengan lebih dari empat kali per hari (32,9%).

## ANALISIS DATA

Analisis statistika nonparametrik digunakan dalam studi ini. Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk mengetahui keberadaan perbedaan distribusi menurut karakteristik sepeda motor, sedangkan uji kai-kuadrat independensi digunakan untuk mengetahui keberadaan hubungan antara karakteristik perjalanan pengguna sepeda motor dengan karakteristik sepeda motor yang digunakannya. Adapun nilai Cramer's V dan Gamma digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara kedua karakteristik tersebut.

### Analisis Karakteristik Sepeda Motor

Karakteristik sepeda motor yang akan dianalisis ini adalah tipe, kapasitas mesin, harga beli, dan status pembelian sepeda motor. Distribusi variabel kapasitas dan harga beli sepeda motor akan dianalisis menurut tipe dan status pembelian sepeda motor. Untuk mengetahui keberadaan perbedaan distribusi maka digunakan uji Kruskal-Wallis. Hipotesis null yang digunakan dalam uji ini adalah distribusi variabel karakteristik sepeda motor adalah identik, sedangkan hipotesis alternatifnya adalah paling tidak dua distribusi dari kelompok populasi karakteristik sepeda motor berbeda.

Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1 dan nampak bahwa kapasitas sepeda motor yang digunakan oleh pengguna di Bandung memiliki distribusi yang berbeda menurut tipe sepeda motornya. Analisis menunjukkan pula bahwa terdapat perbedaan distribusi harga beli sepeda motor menurut tipe sepeda motor yang digunakan pengguna di Kota Bandung. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa distribusi kapasitas mesin adalah tidak berbeda signifikan menurut status pembeliannya. Pola yang terlihat menunjukkan bahwa kapasitas mesin sepeda motor berbeda menurut tipe sepeda motornya.

### Hubungan Karakteristik Perjalanan dengan Tipe Sepeda Motor

Tabel 2 menunjukkan bahwa mayoritas pengguna sepeda motor menggunakan sepeda motor tipe bebek dan *matic*. Kedua tipe ini digunakan paling banyak oleh pengguna yang melakukan perjalanan sejauh (5-10) km dan lebih dari lima kilometer per perjalanan saat hari kerja. Adapun pengguna sepeda motor tipe *sport* semakin diminati oleh pengguna yang melakukan perjalanan yang semakin jauh.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa pengguna sepeda motor tipe bebek dan *matic* mendominasi durasi perjalanan dengan waktu per perjalanan lebih dari sepuluh menit. Sepeda motor tipe bebek dan *matic* paling banyak digunakan oleh pengguna yang melakukan perjalanan dua kali per hari dan juga lebih dari empat kali per hari. Pola yang sama diperoleh pada perjalanan dengan menggunakan sepeda motor tipe *sport*. Hasil

klasifikasi silang karakteristik perjalanan dengan tipe sepeda motor selanjutnya diuji menggunakan uji kai-kuadrat independensi. Hipotesis null yang diuji adalah variabel karakteristik perjalanan dengan tipe sepeda motor yang digunakan adalah independen, sedangkan hipotesis alternatifnya adalah variabel karakteristik perjalanan dengan tipe sepeda motor yang digunakan adalah dependen. Hasil uji ditunjukkan dalam Tabel 3.

**Tabel 1** Hasil Uji Kruskal-Wallis untuk Karakteristik Sepeda Motor

Variabel Karakteristik Sepeda Motor	Kelompok	Mean Rank	H	p-value	
Kapasitas Mesin	Sport	829,12	523,969	0,000	
	Bebek	421,73			
	Matic	389,95			
	Trail	734,38			
	Moge	867,72			
	Skuter	750,56			
	Status Pembelian	Baru	500,97	0,648	0,421
		Bekas	485,57		
	Harga Beli	Sport	766,31	325,6	0,000
		Bebek	399,98		
Matic		461,16			
Trail		772,65			
Moge		913,5			
Skuter		53,88			
Status Pembelian		Baru	557,71	218,08	0,000
		Bekas	248,28		

**Tabel 2** Klasifikasi Silang Karakteristik Perjalanan dengan Tipe Sepeda Motor

Karakteristik Perjalanan		Tipe Sepeda Motor					
		<i>Sport</i>	Bebek	<i>Matic</i>	<i>Trail</i>	Moge	Skuter
Jarak per Perjalanan (km)	< 1	12	30	33	3	0	0
	1 - 5	27	115	87	3	1	2
	5 - 10	70	143	129	5	7	4
	> 10	79	130	110	2	1	2
Durasi per Perjalanan (menit)	< 10	18	35	41	5	1	0
	10 - 20	46	121	98	3	6	1
	20 - 30	46	86	95	2	1	3
	30 - 40	30	77	66	2	0	2
Frekuensi Perjalanan per Hari	> 40	48	99	59	1	1	2
	2	51	164	160	7	3	3
	3	25	78	61	3	1	1
	4	27	47	35	2	0	0
	>4	85	129	103	1	5	4

Hasil uji kai-kuadrat independensi jarak perjalanan pengguna sepeda motor pada hari kerja menunjukkan bahwa jarak per perjalanan, durasi per perjalanan, dan frekuensi perjalanan per hari yang ditempuh pengguna sepeda motor memiliki hubungan dengan pemilihan tipe sepeda motor yang digunakan. Setelah dilakukan uji independensi, kemudian dilakukan perhitungan angka Cramer's V untuk mengetahui kekuatan hubungan dari variabel-variabel tersebut. Dapat dilihat bahwa nilai Cramer's V memiliki rentang antara 0,094 hingga 0,106. Hasil menunjukkan bahwa variabel karakteristik perjalanan memiliki hubungan signifikan yang lemah. Analisis menunjukkan bahwa mobilitas pengguna sepeda motor mempengaruhi penggunaan tipe sepeda motor. Hal yang menarik dapat dilihat bahwa pengguna sepeda motor moge dipilih untuk melakukan perjalanan dengan jarak yang jauh.

**Tabel 3** Hasil Uji Independensi Tipe Sepeda Motor dengan Karakteristik Perjalanan

Karakteristik Perjalanan	$\chi^2$	Cramer's V	<i>p-value</i>
Jarak per Perjalanan	7,098	0,101	0,008
Durasi per Perjalanan	6,099	0,094	0,014
Frekuensi Perjalanan per Hari	12,981	0,106	0,000

### Hubungan Karakteristik Perjalanan dengan Kapasitas Sepeda Motor

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pengguna sepeda motor mayoritas menggunakan sepeda motor dengan kapasitas mesin (100-125) cc untuk melakukan perjalanan lebih dari satu kilometer per perjalanan di dalam kota. Adapun untuk pengguna sepeda motor dengan kapasitas mesin (150-225) cc mayoritas melakukan perjalanan lebih dari sepuluh kilometer. Sepeda motor dengan kapasitas mesin (100-125) cc mayoritas digunakan oleh pengguna sepeda motor yang menempuh perjalanan (10-20) menit. Pola yang mirip dialami oleh pengguna sepeda motor dengan kapasitas mesin (125-150) cc. Nampak pula pada Tabel 4 bahwa pengguna sepeda motor dengan kapasitas mesin (100-125) cc cenderung melakukan perjalanan sebanyak dua kali per hari. Adapun mayoritas pengguna sepeda motor dengan kapasitas mesin lebih besar dari 225 cc melakukan perjalanan di dalam kota lebih dari empat kali dalam sehari.

**Tabel 4** Klasifikasi Silang Karakteristik Perjalanan dengan Kapasitas Mesin Sepeda Motor

Karakteristik Perjalanan	Kapasitas Mesin (cc)					
	< 100	100 - 125	125 - 150	150 - 225	> 225	
Jarak per Perjalanan (km)	< 1	3	54	14	5	2
	1 - 5	12	168	38	13	4
	5 - 10	4	239	66	32	17
	> 10	12	211	49	39	13
Durasi per Perjalanan (menit)	< 10	6	63	19	9	3
	10 - 20	8	182	48	22	15
	20 - 30	7	161	40	14	11
	30 - 40	5	124	27	18	3

Karakteristik Perjalanan		Kapasitas Mesin (cc)				
		< 100	100 - 125	125 - 150	150 - 225	> 225
	> 40	5	142	33	26	4
Frekuensi Perjalanan per Hari	2	12	282	59	27	8
	3	6	115	30	15	3
	4	3	65	22	14	7
	>4	10	210	56	33	18

Setelah dilakukan klasifikasi silang selanjutnya dilakukan uji kai-kuadrat independensi. Dari Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa jarak per perjalanan dan frekuensi perjalanan per hari memiliki hubungan dengan kapasitas mesin sepeda motor yang digunakan. Adapun durasi per perjalanan tidak memiliki hubungan dengan kapasitas mesin sepeda motor yang digunakan. Setelah dilakukan uji independensi kemudian dilakukan perhitungan angka gamma untuk mengetahui kekuatan hubungan antar variabel. Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa nilai gamma memiliki rentang 0,105 sampai dengan 0,136, sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak per perjalanan dan frekuensi perjalanan per hari memiliki hubungan signifikan searah yang lemah dengan kapasitas mesin sepeda motor. Hubungan yang lemah berarti hubungan antara kedua variabel tersebut tidak langsung, atau dengan kata lain ada variabel lainnya selain karakteristik yang mempengaruhi berhubungan dengan karakteristik sepeda motor yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik perjalanan memiliki hubungan lemah dengan karakteristik sepeda motor. Kapasitas mesin sepeda motor yang digunakan ditentukan oleh tingkat mobilitas perjalanan yang dilakukan pengguna sepeda motor.

**Tabel 5** Hasil Uji Independensi Kapasitas Mesin Sepeda Motor dengan Karakteristik Perjalanan

Karakteristik Perjalanan	$\chi^2$	G	<i>p-value</i>
Jarak per Perjalanan	6,810	0,105	0,009
Durasi per Perjalanan	0,080	-	0,777
Frekuensi Perjalanan per Hari	11,321	0,136	0,001

### Hubungan Karakteristik Perjalanan dengan Status Pembelian Sepeda Motor

Tabel 6 menunjukkan bahwa mayoritas pengguna sepeda motor menggunakan sepeda motor baru. Dalam tabel nampak pula bahwa pengguna sepeda motor baru mayoritas melakukan perjalanan lebih jauh dari lima kilometer, sedangkan pengguna sepeda motor bekas cenderung melakukan perjalanan lebih dari satu kilometer. Pengguna sepeda motor baru cenderung melakukan perjalanan selama (10-20) menit. Adapun mayoritas pengguna sepeda motor bekas melakukan perjalanan lebih lama dari 40 menit, sedangkan mayoritas pengguna sepeda motor baru melakukan perjalanan sebanyak dua kali dan lebih dari empat kali. Pola yang sama terjadi pula pada pengguna sepeda motor bekas.

**Tabel 6** Klasifikasi Silang Jarak per Perjalanan dengan Status Pembelian Sepeda Motor

Karakteristik Perjalanan		Status Pembelian Sepeda Motor	
		Baru	Bekas
Jarak per Perjalanan (km)	< 1	57	21
	1 - 5	181	54
	5 - 10	299	59
	> 10	266	58
Durasi per Perjalanan (menit)	< 10	74	26
	10 - 20	229	46
	20 - 30	193	40
	30 - 40	144	33
Frekuensi Perjalanan per Hari	> 40	163	47
	2	320	68
	3	132	37
	4	91	20
	>4	260	67

Dapat dilihat pada **Error! Not a valid bookmark self-reference.** bahwa jarak per perjalanan memiliki hubungan dengan status pembelian sepeda motor yang digunakan. Adapun kedua variabel yang lain, yaitu durasi per perjalanan dan frekuensi perjalanan per hari tidak memiliki hubungan dengan status pembelian sepeda motor yang digunakan. Setelah dilakukan uji independensi, kemudian dilakukan perhitungan Cramer's V untuk mengetahui kekuatan hubungan variabel-variabel tersebut. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan adanya hubungan signifikan yang lemah antara karakteristik perjalanan dengan status pembelian sepeda motor. Hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik perjalanan tidak memiliki hubungan langsung dengan status pembelian sepeda motor yang digunakan. Hal tersebut ditunjukkan oleh variabel jarak perjalanan yang memiliki hubungan yang lemah dengan status pembelian sepeda motor yang digunakan.

**Tabel 7** Hasil Uji Independensi Status Pembelian Sepeda Motor dengan Karakteristik Perjalanan

Karakteristik Perjalanan	$\chi^2$	V	<i>p-value</i>
Jarak per Perjalanan	4,654	0,085	0,031
Durasi per Perjalanan	0,114	-	0,736
Frekuensi Perjalanan per Hari	0,677	-	0,411

## KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa terdapat perbedaan distribusi kapasitas mesin dan harga beli sepeda motor menurut tipe sepeda motor tersebut. Adapun distribusi kapasitas mesin menurut status pembeliannya adalah identik. Lain halnya dengan distribusi harga beli sepeda motor berdasarkan status pembelian yang berbeda.

Tipe sepeda motor memiliki hubungan yang lemah dengan jarak perjalanan, durasi perjalanan yang ditempuh, dan frekuensi perjalanan. Hubungan yang terjadi antara karakteristik perjalanan dengan tipe sepeda motor adalah hubungan yang lemah. Durasi perjalanan tidak memiliki hubungan dengan kapasitas mesin sepeda motor yang digunakan, sedangkan jarak per perjalanan dan frekuensi perjalanan per hari memiliki hubungan positif yang lemah dengan kapasitas mesin sepeda motor yang digunakan. Studi ini juga menemukan bahwa hubungan jarak per perjalanan dengan status pembelian sepeda motor yang digunakan memiliki hubungan sangat lemah. Adapun karakteristik perjalanan tidak memiliki hubungan yang kuat, dimana hanya variabel jarak perjalanan yang memiliki hubungan yang lemah.

Hasil studi ini dapat dikembangkan dengan mendalami faktor-faktor yang mempengaruhi, misalnya mendalami pemilihan jenis sepeda motor. Dengan diperolehnya hasil analisis ini dan hasil studi lanjutannya, maka dapat disusun kebijakan pembelian sepeda motor dalam rangka mengendalikan pertumbuhan jumlah sepeda motor.

## REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (2010), "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2009", Jakarta.
- Choo, S., and Mokhtarian, P.L., (2004), "What Type of Vehicle do People Drive? The Role of Attitude and Lifestyle in Influencing Vehicle Type Choice", *Transportation Research Part A* 38(3), 201-222
- Joewono, T.B., Lauw, B. Z., and Hendy, H., (2013), "Motorcycle in West Java Province, Indonesia: Its Growth and Characteristics", *Civil Engineering Dimension*, Vol. 15, No. 1, 61-70
- Johansson, M. V., Heldt, T., and Johansson, P., (2005), "The Effects of Attitudes and Personality Traits on Mode Choice", *Transportation Research Part A* 40, 507-525
- Laksmana, D. I., (2010), "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kendaraan Roda Dua Berdasarkan Psikografis (Studi Kasus Pada Kota Warga Malang)", *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik-Sistem*, Vol.5 No.2
- Litman, T., (2002). "Economic Development Impacts of Transportation Demand Management", *Transportation Research Board Conference on Transportation and Economic Development*, Portland, May 5-7
- McGuckin, N., and Murakami, E., (1999), "Examining Trip-Chaining Behaviour: Comparison of Travel by Men and Women", *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1693, 79-85
- McGuckin, N., Zmud, J., and Nakamoto, Y., (2005), "Trip Chaining Trends in The U.S.- Understanding Travel Behaviour for Policy making", *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1917, 199-204
- Momeni, H. A., and Nazemi, J., (2010), "A Discrete Choice Model of Family Car : Evidence from Teheran", *International Conference on Business and Economic Research (ICBER)*, Teheran
- Ortuzar, J. de D. and Willumsen, L. G., 1999. *Modelling Transport*, 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley, New York

- Seguin, A. M., and Bussiere, Y., (1997), "Household Forms and Patterns of Mobility: The Case of The Montreal Metropolitan Area", *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, 53-89
- Sillaparcharn, P. (2007), "Vehicle Ownership and Trip Generation Modelling", *IATSS Research*, Vol. 31, 17-26
- Susantono, B., dan Parikesit, D., (2004), "1-2-3 Langkah: Langkah Kecil yang Kita Lakukan Menuju Transportasi yang Berkelanjutan", *Majalah Transportasi Indonesia*, Vol. 1, Jakarta, 89-95
- Susilo, Y. O., and Kitamura, R., (2004), "An Analysis of the Day-to-day Variability in the Individual's Action Space : An Exploration of the Six-Week *Mobidrive* Travel Diary Data", *Jurnal of Transportation Research Board*
- Susilo, Y. O., Joewono, T. B., Santosa, W., and Parikesit D., (2007), "A Reflection of Motorization and Public Transport in Jakarta", *IATSS Research*, Vol. 31 No.1
- Tamin, O. Z., (2000), "Perencanaan dan Pemodelan Transportasi", ITB, Bandung
- Tarigan, R. E., (2010), "Analisa Preferensi Pemilihan Rute Terpendek Jaringan Jalan", Skripsi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Sumatra Utara, Medan
- Wahyudi, I., (2006), "Analisis Preferensi Konsumen Kendaraan Bermotor Roda Dua di Kota Bogor", Tesis Magister Manajemen Agribisnis, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Wedagama, D. M. P., (2009), "The Analysis of Household Car and Motorcycle Ownership Using Poisson Regression (Case Study: Denpasar-Bali)", *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 16 No. 2

## TRAVEL TIME VARIABILITY OF TRANS METRO BANDUNG BUS CORRIDOR II

**Hafiz Janitra Ramadhan**

Civil Engineering Department, Faculty of  
Engineering  
Parahyangan Catholic University  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
P: (022) 2033691; F: (022) 2033692  
apisjanitra@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**

Civil Engineering Department, Faculty of  
Engineering  
Parahyangan Catholic University  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
P: (022) 2033691; F: (022) 2033692  
vftribas@unpar.ac.id

### Abstract

Travel time variation indicates the reliability of bus operating systems and affects passenger satisfaction. This study aims to calculate and compare travel time variability of Trans Metro Bandung Bus Corridor II Route Cicaheum-Cibeureum among days. The analysis shows that the system has travel time variability range from 0,0007% up to 15,5%. This is caused by route changes and the effects of congestion. The comparison of travel time variability among days shows that the value of travel time is more stable in weekend than weekday.

**Keywords:** *Variability, Travel Time, Bus Rapid Transit*

### Abstrak

Variasi waktu perjalanan menunjukkan keterandalan sistem operasi bus dan mempengaruhi kepuasan penumpang. Tujuan studi ini adalah menghitung dan membandingkan variabilitas waktu perjalanan antar hari pada Bus Trans Metro Bandung (TMB) Koridor II Rute Cicaheum-Cibeureum. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem TMB memiliki nilai variabilitas waktu perjalanan dengan rentang antara 0,0007% hingga 15,5%. Hal ini disebabkan adanya perubahan rute perjalanan dan pengaruh kemacetan. Perbandingan variabilitas waktu perjalanan antar hari menunjukkan bahwa besaran waktu perjalanan lebih stabil di akhir pekan dibanding hari kerja.

**Kata-kata Kunci:** *Variabilitas, WaktuPerjalanan, Bus Rapid Transit*

## INTRODUCTION

Transport services in urban areas face the challenge to improve it reliability (Chen et al., 2009). Reliability is one of the aspects of quality that is considered by the passengers and it would be nice if it could be improved so that public transport becomes more attractive and competitive (Van Oort, 2011). Reliability relates to the uncertainty on the time taken from the beginning to the end of the journey undertaken by passengers (Vincent, 2008). The uncertainty caused by the travel conditions, such as traffic jams, red lights at traffic signals, stop times at the shelters, and railroad crossings. Today, the public expects more stable transportation system with smaller travel time uncertainties (Bell and Iida, 2003).

The main problem in the operation of Trans Metro Bandung (TMB) is the lack of definite schedule for bus operation and exclusive lanes for buses, which results in variety of travel time. The degree of travel time variation of TMB needs to be studied to determine the performance of the operating system. Given such information, it may be a reference to create a better bus operating system. Thus, this study aims to calculate travel time variability of Trans Metro Bandung Bus Corridor II, namely Cicaheum-Cibeureum on Monday to Sunday for one week and to compare it among days.

## **TRAVEL TIME VARIABILITY**

Travel time variability is the uncertainty in travel time, where the impact of uncertainty is felt by passenger, i.e. passengers do not know exactly when they will arrive at their destination (Noland and Polak, 2002). This is due to the different state of the road on a daily basis. The higher variability of travel time will make road users more difficult to estimate the time required to arrive at destination (Pranolo et al., 2012). Travel time is judged as unreliable if always inconsistent every day. Congestion, traffic accidents, certain events, bad weather, the number of red light, and the work area contribute in generating variability in travel times vary widely (FHWA, 2004).

Kieu et al. (2013) divides the travel time variability into three kinds, namely inter-vehicle variability, inter-period variability, and inter-day variability. Inter-vehicle variability is a difference in travel time experienced by different vehicles, but on the same route and time period. Inter-period variability is a difference in travel time experienced by the same vehicles but in different time periods in a day, while inter-day variability is a difference in travel time experienced by the same travel route and time period but in different days. Measure of travel time variability that commonly used is standard deviation and simultaneously with the buffer time index. However, travel time variability can also be shown by the coefficient of variation (Susilawati et al., 2011).

Several studies about public transit time variability have been conducted in Indonesia and abroad. Pranolo et al. (2012) conducted research of Bus Rapid Transit performance with case studies TransJakarta which focuses on the measurement of travel time and bus buffer time using boxplot. Noland and Polak (2002) conducted an empirical study on the travel time variability with a case study in the UK for public transport and in the USA for a motor vehicle. A similar study conducted by Tseng et al. (2004) which focuses on the reliability of travel time and also involves scheduling delays to estimate the effect by using multivariate statistical analysis techniques. Research conducted by Yetiskul and Senbil (2012) emphasis on travel time variability modelling of Bus Rapid Transit with case studies in Ankara, Turkey. This study is interested to be applied in Indonesia especially in Bandung because of similar condition, i.e. operated in mix traffic.

## **RESEARCH METHOD**

This study employed travel time data obtained from field survey on 14<sup>th</sup> – 20<sup>th</sup> December 2013. Field observation recorded the total travel time from Terminal Cicaheum up to reach final destination and returned to the first terminal. Total travel time consisted of terminal time, running time, stop time, and time at the shelter. The trip observation employed a smartphone with Sports Tracker application that utilized GPS system. Sports Tracker application recorded average speed, distance, duration, and total duration of an activity. This application also equipped with travel route map and diagram of speed and altitude. As a note, travel time that was observed in this study measured the travel time of the bus not the passenger travel time.

The source of secondary data was Bureau of Transportation of the City of Bandung. In addition, information was also obtained through the internet and several previous studies.

Secondary data covered daily capacity, bus operating schedule, bus headway, number of fleets, and bus routes.

Based on collected data, it was found that there was a difference between published bus frequency and the actual frequency. It was planned to have 6 trips per day, but survey result found 4-5 trips per day on weekdays and 3 trips per day on weekends. Therefore, the survey only observed 3 trips per day for weekend and weekday. Moreover, it was also found that during the service, the bus drivers sometimes changed their route to avoid congestion. Therefore, this study also traced the real bus route.

The analysis was initiated with calculating the average travel time per day. The value of travel time variability was calculated based on coefficient of variation equation (1) as proposed by Kieu et al. (2013). Then, the analysis was followed by testing the average travel time using t-test and analysis of variance.

$$TTV = \frac{\sqrt{\frac{1}{D} \sum_{i=1}^D (T_i - \bar{T})^2}}{\bar{T}} \quad (1)$$

where:

- TTV travel time variability (%)
- D number of data to be analyzed (day)
- $T_i$  travel time (hour)
- $\bar{T}$  average travel time (hour)

## ANALYSIS

### Description of Travel Time

Figure 1 shows the first trips for one week. The highest travel time occurred on Monday, which was 2 hours 46 minutes and the lowest travel time was found to occur on Thursday (2 hours 7 minutes). Figure 2 shows the second trips for one week. The highest travel time occurred on Tuesday with 3 hours 13 minutes and the lowest travel time was found on (2 hours 31 minutes). In the second trip, Monday and Tuesday have longer mileage compared with the other day due to the route change. Travel time increased along with increasing mileage.

Figure 3 presents the third trips for one week. Highest travel time occurred on Saturday as much as 3 hours 35 minutes, while the lowest travel time was on Friday with 2 hours 45 minutes. The third trip of Monday, Tuesday, and Saturday experience changing route as well and resulted a longer mileage and longer duration of travel time.

Overall, the first trip in the morning is the fastest travel time among all trips. Average travel time the first trips in a whole week is 2 hours 21 minutes, while the second trip has an average as much as 2 hours 50 minutes. The last trip of the day appeared as having the longest average travel time, namely as much as 3 hours.

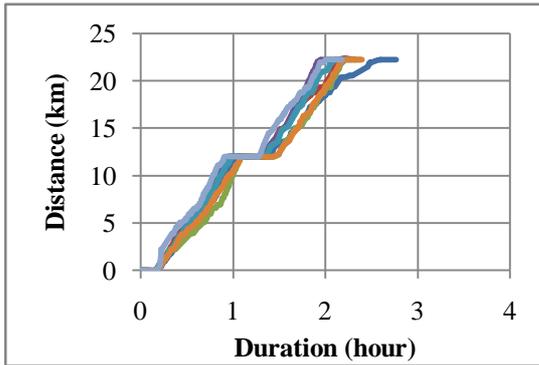


Figure 1 Trajectories of the First Trips

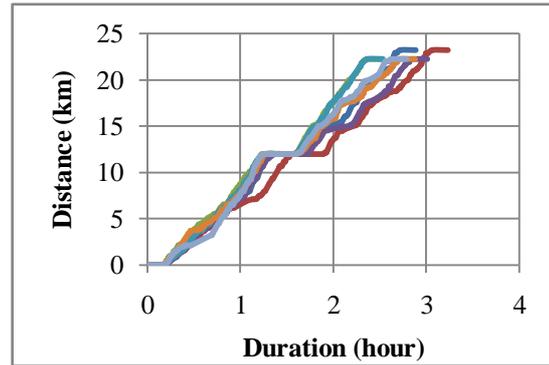


Figure 2 Trajectories of the Second Trips

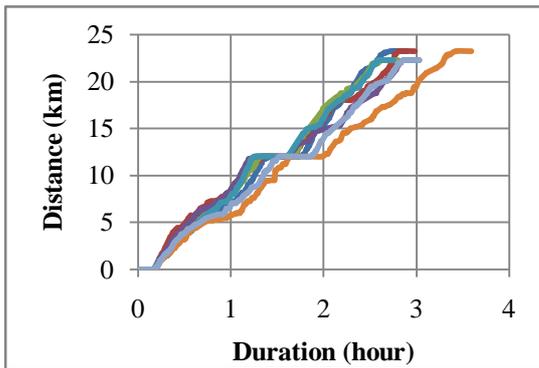
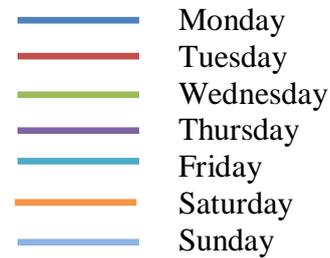


Figure 3 Trajectories of the Third Trips



### Analysis of Travel Time Variability

Travel Time Variability (TTV) is calculated using formula as appeared in Equation 1. TTV value per day is shown in Table 1 for the fixed route and Table 2 for the changing route, while the value for one week TTV value is shown in Table 3. It is found a TTV value as much as 0, which means that the values of travel time are uniform or there is only one piece of data.

Table 1 TTV Values per Day on Fixed Route

Day	T (hour)			$\bar{T}$	$\sum (T_i - \bar{T})$	TTV
	First Trip	Second Trip	Third Trip			
Monday	2,769	-	-	2,769	0	0
Tuesday	2,331	-	-	2,331	0	0
Wednesday	2,385	2,525	2,800	2,570	0,089	0,067
Thursday	2,122	3,007	3,030	2,720	0,536	0,155
Friday	2,279	2,536	2,756	2,524	0,114	0,077
Saturday	2,397	2,879	-	2,638	0,116	0,091
Sunday	2,185	2,789	3,031	2,668	0,380	0,133

**Table 2** TTV Values per Day on Changing Route

Day	T (hour)			$\bar{T}$	$\sum (T_i - \bar{T})$	VWP
	First Trip	Second Trip	Third Trip			
Monday	-	2,888	2,893	2,890	0,00001	0,0007
Tuesday	-	3,230	2,983	3,106	0,030	0,040
Wednesday	-	-	-	-	-	-
Thursday	-	-	-	-	-	-
Friday	-	-	-	-	-	-
Saturday	-	-	3,593	3,593	0	0
Sunday	-	-	-	-	-	-

**Table 3** TTV Value for One Week

Day	T (hour)			$T_i$	$\bar{T}$	$(T_i - \bar{T})^2$	VWP
	First Trip	Second Trip	Third Trip				
Monday	2,769	2,888	2,893	2,769	2,603	0,028	0,052
Tuesday	2,331	3,230	2,983	2,331		0,074	
Wednesday	2,385	2,525	2,800	2,570		0,001	
Thursday	2,122	3,007	3,030	2,720		0,014	
Friday	2,279	2,536	2,756	2,524		0,006	
Saturday	2,397	2,879	3,593	2,638		0,001	
Sunday	2,185	2,789	3,031	2,668		0,004	

Figure 4 shows that Thursday has the highest variability while Monday has the lowest. TTV value for the fixed route on Monday, Tuesday, and Saturday is 0 which implies uniformity. A large TTV value shows that the TMB bus still require improvements in the operating system. With the low TTV value, it is expected to attract people to use public transport. Thus, congestion in Bandung will be reduced.

### Comparative Analysis of Travel Time Variability among Days

In this study, the values of TTV in weekday and weekend will be compared. This comparison will be performed for two conditions, i.e. fixed route and changed route. Table 4 shows the values of TTV among days. TTV value on weekend for the changed route cannot be calculated. It happens as the value of  $T_i$  and  $\bar{T}$  is similar.

The analysis shows that the variability of travel times on weekdays is higher than in the weekend for both routes. It indicates the higher consistency of travel time in weekend.

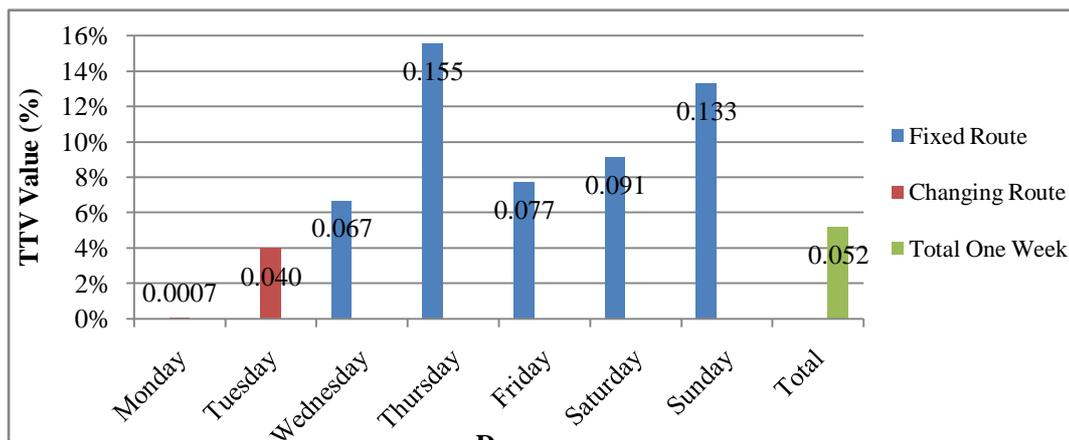


Figure 4 TTV Values for One Week

Table 4 Comparison of TTV Value among Days

Day	Weekday				Weekend			
	Fixed Route		Changing Route		Fixed Route		Changing Route	
	$T_i - \bar{T}$	$(T_i - \bar{T})^2$						
Monday	0,186	0,035	-0,108	0,012	-	-	-	-
Tuesday	-0,252	0,063	0,108	0,012	-	-	-	-
Wednesday	-0,012	0,000	-	-	-	-	-	-
Thursday	0,137	0,019	-	-	-	-	-	-
Friday	-0,059	0,003	-	-	-	-	-	-
Saturday	-	-	-	-	-0,015	0,0002	0	0
Sunday	-	-	-	-	0,015	0,0002	-	-
<b>TTV</b>	0,051		0,019		0,003		0	

### Travel Time Analysis per Day

Travel time was calculated according its component, namely terminal time or duration of the bus located at the terminal in one trip ( $t_t$ ), stop time or duration of bus stop idle or stop due to traffic lights, railroad crossings, and passengers up and down time ( $t_s$ ), and running time or duration of bus in motion or run ( $t_r$ ). Table 5 shows the component of travel time and the value of each day including its statistics.

From Table 6 it can be seen the total travel time, average value, and standard deviation for each trip every day. The highest average travel time happened on Saturday (2 hours 57 minutes), while the lowest happened on Fridays (2 hours 31 minutes).

**Table 5** Components of Travel Time per Day

Day	First Trip (hour)			Second Trip (hour)			Third Trip (hour)		
	t <sub>t</sub>	t <sub>s</sub>	t <sub>r</sub>	t <sub>t</sub>	t <sub>s</sub>	t <sub>r</sub>	t <sub>t</sub>	t <sub>s</sub>	t <sub>r</sub>
Monday	0,667	0,480	1,622	0,667	0,521	1,701	0,667	0,484	1,741
Tuesday	0,667	0,283	1,381	0,667	0,509	2,054	0,667	0,516	1,800
Wednesday	0,667	0,362	1,357	0,667	0,379	1,479	0,667	0,450	1,684
Thursday	0,667	0,192	1,264	0,667	0,427	1,913	0,667	0,422	1,941
Friday	0,667	0,276	1,336	0,667	0,321	1,548	0,667	0,356	1,733
Saturday	0,667	0,291	1,440	0,667	0,614	1,598	0,667	0,716	2,211
Sunday	0,667	0,348	1,170	0,667	0,413	1,709	0,667	0,509	1,855

**Table 6** Average Travel Time per Day

Day	T (hour)			Average	Standard Deviation
	First Trip	Second Trip	Third Trip		
Monday	2,769	2,888	2,893	2,850	0,070
Tuesday	2,331	3,230	2,983	2,848	0,465
Wednesday	2,385	2,525	2,800	2,570	0,211
Thursday	2,122	3,007	3,030	2,720	0,518
Friday	2,279	2,536	2,756	2,524	0,239
Saturday	2,397	2,879	3,593	2,956	0,602
Sunday	2,185	2,789	3,031	2,668	0,436

### Inter-Route Travel Time Comparison

In this step, average value of travel time based on the condition of the route, for fixed route and changing route was compared. Fixed route trips occurred on Wednesday, Thursday, Friday, and Sunday, while the changing route trips occurred on Monday, Tuesday and Saturday. Analysis was performed using a t-test with a confidence level of 95%.

Test of homogeneity of variance values was conducted prior to the t-test. The homogeneity test results showed that p-value greater than the value of significance, namely 0,630, so it can be concluded that the variance of both data groups are equivalent. Because the two sets of data have equal variance, the t-test was performed using the assumption of equal variances. The test was performed to know whether there is significant difference between planned route (fixed route) and adjusted route (changing route).

Result of analysis showed that the p-value of 0,005 was smaller than the value of significance. The conclusion that can be drawn was that there was significant difference in the average value of the travel time between fixed route and changed route.

**Table 7** Comparison Result between Inter-Route and Inter-Day Travel Time

Comparison between		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Standard Deviation Difference
Fixed vs Changed Route		-3,218	19	0,005	-0,504	0,157
Weekend vs Weekday	Fixed Route	-0,361	14	0,723	-0,062	0,171
	Changing Route	-3,315	3	0,045	-0,595	0,179

### Inter-Day Travel Time Comparison

An analysis was also conducted to compare the average travel time between weekday and weekend. Result of the test of variance homogeneity showed that the t-test can be performed using equal variance assumption.

As appears on Table 7, the p-value was greater than the value of significance for the fixed route. It can be inferred that for the fixed route data, there was no difference between the average values of travel time in weekday and weekend. While for the changed route data, it was found that there was significant difference between the average values of travel time in weekday and weekend.

### Inter-Trip Travel Time Comparison

To find the trip with the highest travel time, an analysis of variance was employed to compare the average value of travel time among trips (first, second, and third trips during the day). Analysis of variance homogeneity found that the variance were equal. One way analysis of variance was conducted using level of significance as much as 5%, where the result can be found in Table 8. The drawn conclusion was that there was a significant difference of the average values of travel time among trips.

Since there was a significant difference among trips, then a post hoc test needs to be performed using Student-Newman-Keuls (SNK) test. Table 9 presented the results of SNK test analysis where the first trip was the lowest, while the second and the third were found as not different.

**Table 8** Results of Travel Time Analysis between Trips on Fixed Route

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,904	2	0,452	11,548	0,001
Within Groups	0,509	13	0,039		
Total	1,413	15			

**Table 9** Results of SNK Test Analysis for Inter-Trip Travel Time on Fixed Route

Trip	N	Subset for Alpha = 0,05	
		1	2
1	7	2,353	
2	5		2,747
3	4		2,904
Sig.		1	0,229

Inter-trip travel time comparison was also conducted for the changed route. Since there were only two trips, then a t-test was performed. Result of homogeneity test showed that the variance both trips were equal, so the t-test was conducted using an assumption of equal variation. Result of analysis showed that there is no difference of the average values of travel time among trips.

## CONCLUSIONS

The values of travel time variability for TMB Corridor II range from 0,0007% to 15,5%. Overall value of travel time variability during the week amounts to 5,2%. This is due to the changing routes and traffic conditions and resulting the travel time become not consistent. Comparison of TTV values among days shows that the TTV value on weekday is higher than TTV on weekend. Thus, it can be concluded that the weekend have higher consistency than weekday.

The traffic condition in the line of the operating TMB Corridor II bus greatly affects the TTV. Based on the comparative analysis of average travel time between inter-routes, inter-days, and inter-trips, it is found that there is significant difference in the average value of the travel time between fixed route and changed route. Significant difference is also found between the in weekday and weekend. Analysis in the fixed route shows that the first trip was the lowest, while the second and the third were found as not different. For the changed route, it is found that there is no difference of the average values of travel time among trips.

## REFERENCES

- Bell, M.G.H., and Iida, Y. (2003). "The Network Reliability of Transport: Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR)". Pergamon. Oxford.
- Chen, X., Yu, L., Zhang, Y., and Guo, J.(2009). "Analyzing Urban Bus Service Reliability at the Stop, Route, and Network Levels". *Transportation Research Part A* 43, 722-734.
- Federal Highway Administration – U.S. Department of Transportation. (2004). "Traffic Congestion and Reliability: Linking Solutions to Problems". Technical Report, Cambridge Systemics, Inc. and Texas Transportation Institute.
- Kieu, L.M., Bhaskar, A., and Chung, E. (2013). "Empirical Evaluation of Public Transport Travel Time Variability". *Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings*. 2-4 October 2013. Brisbane.

- Noland, R.B. and Polak, J.W. (2002). "Travel Time Variability: A Review of Theoretical and Empirical Issues". Centre for Transport Studies Dept. of Civil and Environmental Engineering, Imperial College of Science, Technology and Medicine. London.
- Pranolo, F.L., Hartono, T., dan Pangestu, V. (2012). "Reliabilitas Waktu Perjalanan TransJakarta Secara Empiris". Tugas Akhir Universitas Bina Nusantara. Jakarta.
- Susilawati, S., Taylor, M.A.P., and Somenahalli, S.V.P. (2011). "Distributions of Travel Time Variability on Urban Roads". *Journal of Advanced Transportation* 47(8), 720-736.
- Tseng, Y.Y., Rietveld, P., dan Verhoef, E. (2004). "A Meta-Analysis of Valuation of Travel Time Reliability". Department of Spatial Economics, Vrije Universiteit. Amsterdam.
- Van Oort, N. (2011). "Service Reliability and Urban Public Transport Design". *TRAIL Thesis Series T2011/2*, the Netherlands TRAIL Research School. Delft.
- Vincent, M. (2008), "Measurement Valuation of Public Transport Reliability", Land Transport New Zealand Research Report 339. Wellington.
- Yetiskul, E. dan Senbil, M. (2012). "Public Bus Transit Travel Time Variability in Ankara, Turkey". *Transport Policy* 23, 50-59.

# ANALISIS PANJANG ANTRIAN KENDARAAN AKIBAT KENDARAAN YANG MELAKUKAN PUTARAN BALIK DI AREA U-TURN (STUDI KASUS : JL. KOL. H. BURLIAN KM. 9 PALEMBANG)

<b>Dyan Pratnamas Putra</b>	<b>Prof. Dr. Ir. Erika Buchari, M.Sc</b>	<b>Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T</b>
Mahasiswa	Profesor	Dosen
Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Indralaya – Prabumulih, Km. 32 Ogan Ilir, South Sumatera, 30662 Telp: (0711) 580169 <a href="mailto:dyanpratnamas@yahoo.co.id">dyanpratnamas@yahoo.co.id</a>	Jln. Raya Indralaya – Prabumulih, Km. 32, Ogan Ilir, South Sumatera, 30662 Telp: (0711) 580169 <a href="mailto:eribas17@gmail.com">eribas17@gmail.com</a>	Jln. Raya Indralaya – Prabumulih, Km. 32, Ogan Ilir, South Sumatera, 30662 Telp: (0711) 580169 <a href="mailto:joniarliansyah@yahoo.com">joniarliansyah@yahoo.com</a>

## ABSTRACT

Queues vehicle in U-turn area occur because of vehicle that does U-turn will take 1 lane in as a result there's no lanes of vehicle waiting before do U-turn. Moreover, the vehicles that do U-turn will take 2 lanes in from opposite directions as consequence vehicle maneuver against the turning radius in the median. Reduction lanes from 3 to 2 lead to a narrowing of the road due to queue of vehicle waiting before U-turn. From the above, it can be concluded that the delay time in U-turn area caused by queuing vehicle that do U-turn. From time delay issues in U-turn area, we need study / research the influence queues length of vehicles in U-turn area. The purpose of this study was to analyze the road capacity, queues length and travel times of vehicle before and after the change in U-turn area design using VISSIM 6.0.

The methodology used in this research is the vehicle volume survey counting, vehicle travel time, U-turn vehicle travel time and the number of vehicle arrival in U-turn area at Jl. Kol. H. Burlian km. 9 Palembang. We analyze the road capacity, long queues of vehicles travel time in the existing condition and new road design plan condition in U-turn area with manual calculation and VISSIM 6.0 programme.

From the research, it is found that the road capacity is reduced from 3 lanes (4226 smp/hour) to 2 lanes (2762 smp/hour) and maximum vehicles queue length is 45,89 m. From these result we made the design plan of new road in U-turn area at Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang, with the addition of a special vehicle lane doing U-turn (3,13 m width ; 45 m length) and additional road median for 7 m (from existing condition 2 m to 9 m). Overall planning of road widening in U-turn area is 13,26 m (left width 6,63 m and right wide 6,63 m). In addition, we need to add a road divider marking for vehicle queuing discipline that will do U-turn.

From the analysis of the road new design at Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang, we can conclude that a reduction in maximum queue length from 45,89 m (existing condition) to 0,00 m (new road design), besides there is reduction in maximum vehicle travel time from 7,45 second (existing condition) to 2,475 second (new road design).

**Key Word:** U-turn, Vehicle Queue Length, Vehicle Travel Time, VISSIM 6.0 Programme

## ABSTRAK

Antrian kendaraan di area U-turn terjadi karena kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil satu lajur dalam akibat tidak adanya lajur tunggu kendaraan sebelum melakukan putaran balik. Selain itu kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil dua lajur dalam dari arah yang berlawanan karena pengaruh manuver kendaraan terhadap radius putar di median. Pengurangan lajur jalan dari 3 lajur menjadi 2 lajur menyebabkan terjadinya penyempitan jalan akibat antrian kendaraan yang menunggu sebelum melakukan putaran balik. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tundaan waktu di area U-turn

disebabkan oleh antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik. Dari permasalahan tundaan waktu di area U-turn ini maka perlu adanya suatu penelitian tentang panjang antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik di area U-turn. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kapasitas jalan, panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan sebelum dan sesudah perubahan desain jalan di area U-turn dengan menggunakan program VISSIM 6.0.

Metodologi penelitian yang dipakai yaitu dengan survey counting volume kendaraan, waktu tempuh kendaraan, waktu putaran balik kendaraan dan jumlah kedatangan kendaraan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian km. 9 Palembang. Analisis yang dilakukan yaitu analisis kapasitas jalan, analisis panjang antrian kendaraan dan waktu tempuh kendaraan pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru di area U-turn dengan menggunakan perhitungan manual dan program VISSIM 6.0.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa kapasitas jalan berkurang dari 3 lajur (4226 smp/jam) menjadi 2 lajur (2762 smp/jam) dan panjang antrian kendaraan maksimum adalah 45,89 m. Dari hasil penelitian tersebut maka dibuat perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang yaitu dengan penambahan lajur khusus kendaraan yang melakukan putaran balik (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) dan pelebaran median jalan yaitu sebesar 7 m (dari kondisi existing 2 m menjadi 9 m). Secara keseluruhan perencanaan pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m). Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan untuk disiplin antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik.

Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang diketahui bahwa terjadi pengurangan panjang antrian maksimum yaitu dari 45,89 m (kondisi existing) menjadi 0,00 m (desain jalan baru), selain itu juga terjadi pengurangan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) maksimum yaitu dari 7,45 detik (kondisi existing) menjadi 2,47 detik (desain jalan baru).

**Kata Kunci:** U-turn, Panjang antrian kendaraan, Waktu tempuh kendaraan, Program VISSIM 6.0

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kebutuhan putaran balik (U-turn) timbul akibat adanya akses di sepanjang jalan, akan tetapi banyaknya putaran balik (U-turn) akibat banyaknya akses bukan menjadi solusi untuk memperlancar arus lalu lintas. Banyaknya U-turn ini malah menambah tundaan kendaraan lain akibat kendaraan yang melakukan putaran balik. Salah satu cara yang telah dilakukan untuk mengurangi tundaan ini yaitu dengan menutup U-turn di beberapa lokasi tapi konsekuensinya terjadi penumpukan kendaraan yang akan melakukan putaran balik di satu lokasi U-turn. Akibat dari penumpukan kendaraan yang melakukan putaran balik akan berpengaruh terhadap kendaraan yang searah dan berlawanan arah yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan di area U-turn. Antrian kendaraan ini terjadi karena kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil satu lajur dalam akibat tidak adanya lajur tunggu kendaraan sebelum melakukan putaran balik. Selain itu kendaraan yang melakukan putaran balik akan mengambil dua lajur dalam dari arah yang berlawanan karena pengaruh manuver kendaraan terhadap radius putar di median jalan. Pengurangan lajur jalan dari 3 lajur menjadi 2 lajur menyebabkan terjadinya penyempitan jalan akibat antrian kendaraan yang menunggu sebelum melakukan putaran balik. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tundaan waktu di area U-turn disebabkan oleh antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik. Dari permasalahan tundaan waktu di area U-turn ini maka perlu adanya suatu penelitian tentang panjang antrian kendaraan akibat kendaraan yang melakukan putaran balik di area U-turn.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

4. Menganalisis perbandingan antara kapasitas ruas jalan normal dan kapasitas penyempitan jalan (*Supply*) dengan arus lalu lintas yang masuk (*demand*).
5. Menganalisis panjang antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik. Dari hasil analisis didapatkan panjang perencanaan lajur tunggu kendaraan yang akan melakukan putaran balik.
6. Menganalisis hubungan antara panjang antrian kendaraan, jumlah kedatangan kendaraan dan waktu putaran balik kendaraan.
7. Menganalisis hasil simulasi program VISSIM 6.0 berupa panjang antrian kendaraan di area U-turn. Dari hasil analisis program VISSIM 6.0 tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan manual sehingga didapatkan rencana perubahan desain jalan di area U-turn.
8. Menganalisis waktu tempuh kendaraan (*travel times*) yang melewati area U-turn. Waktu tempuh kendaraan (*travel times*) ini dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi untuk rencana desain jalan yang baru sehingga bisa mengurangi tundaan kendaraan yang melewati area U-turn.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kapasitas Jalan

Persamaan umum untuk menghitung kapasitas ruas jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI : 1997) untuk daerah perkotaan adalah:

$$C = C_0 \cdot FC_w \cdot FC_{SP} \cdot FC_{SF} \cdot FC_{CS} \quad (1)$$

Keterangan:

- C = kapasitas (smp/jam)  
C<sub>0</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)  
FC<sub>w</sub> = faktor koreksi kapasitas untuk lebar jalan  
FC<sub>SP</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah (tidak berlaku untuk jalan satu arah)  
FC<sub>SF</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat gangguan samping  
FC<sub>CS</sub> = faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

### Antrian Kendaraan

Kombinasi kedatangan dan kedatangan M / M / 1 : FIFO / ~ / ~, panjang antrian rata-rata kendaraan di lajur lalu lintas dapat diperkirakan dengan perumusan:

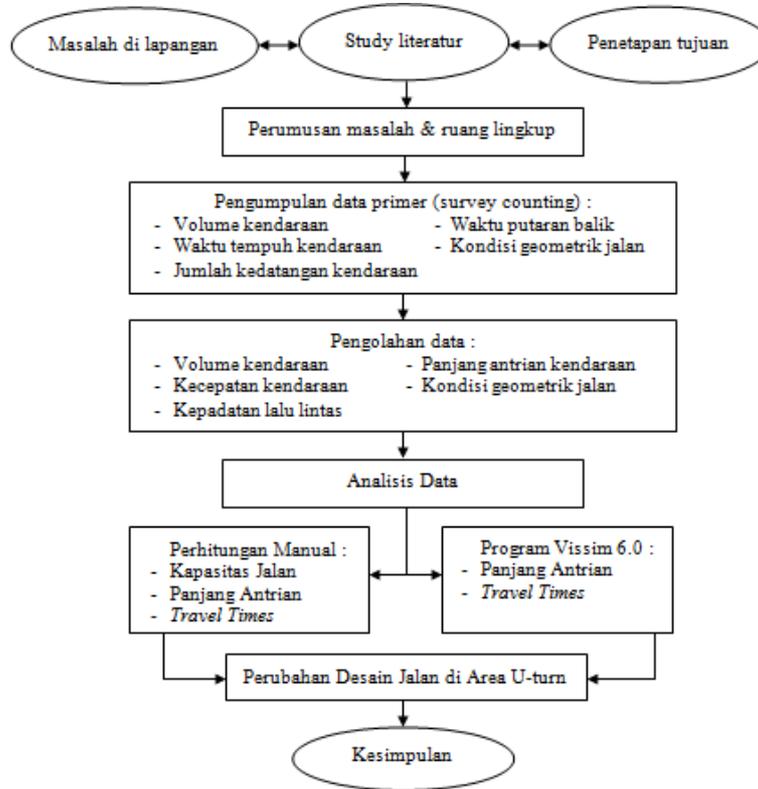
$$\bar{Q} = \frac{\rho^2}{(1-\rho)} \quad (2)$$

Dimana:

- $\bar{Q}$  = panjang antrian rata-rata (dalam satuan kendaraan)  
 $\rho$  = nilai perbandingan antara waktu kedatangan kendaraan ( $\lambda$ ) dengan waktu pemberhentian kendaraan di lajur lalu-lintas yang dilalui ( $\mu$ )

## METODOLOGI PENELITIAN

Alur kegiatan dibuat secara terstruktur dan sistematis agar waktu penelitian lebih efektif dan tidak terjadi pekerjaan yang berulang-ulang. Alur kegiatan dalam penelitian ini disajikan pada gambar 1 tentang diagram alir penelitian:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### Survey Counting

Penelitian dilakukan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang pada hari rabu tanggal 08 Mei 2013. Penelitian ini menggunakan waktu interval pengamatan lapangan ditetapkan setiap 1 menit dan dilakukan selama 6 jam yaitu pada jam 07.00-09.00 (waktu berangkat kerja/sekolah), 12.00-14.00 (waktu istirahat siang), 16.00-18.00 (waktu pulang kerja/sekolah). Pengambilan data menggunakan 3 buah kamera yang merekam data lalu lintas dua jalur (arah) jalan yaitu dari simpang Polda dan simpang Bandara SMB II. Pengambilan data dilakukan pada 3 lokasi yaitu 1 pada lokasi normal sebelum U-turn, 1 lokasi di area U-turn dan 1 lokasi setelah area U-turn. Data-data yang perlu diamati di lapangan adalah volume kendaraan, waktu tempuh kendaraan, waktu putaran balik, jumlah kedatangan kendaraan dan geometri jalan.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Survey

Berikut ini data hasil survey pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 1** Rekapitulasi data rata-rata per-jam hasil survey counting dari arah simpang Polda ke simpang Bandara SMB II

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Total Volume Kend. (smp/jam)	Waktu Tempuh Rata-rata Jarak 25m (detik)	Kecepatan Kend. Rata-rata (km/jam)	Kepadatan Kend. Rata-rata (smp/km)	Jumlah Kedatangan Kend. Rata-rata (kend/mnt)	Waktu Putaran Balik Rata-rata (dtk/kend)
1	Pengamatan Kamera 1 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3805	3,68	27,11	156,71	-	-
		08.00 - 09.00	2957	3,08	31,21	103,60	-	-
		12.00 - 13.00	2764	3,92	26,60	119,66	-	-
		13.00 - 14.00	2813	4,98	20,46	155,45	-	-
		16.00 - 17.00	3125	5,65	18,29	193,51	-	-
		17.00 - 18.00	2643	6,22	16,59	182,49	-	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	2649	3,35	29,09	99,55	2,98	14,81
		08.00 - 09.00	2248	2,88	33,60	70,72	3,20	11,84
		12.00 - 13.00	2611	3,77	27,19	108,88	3,32	15,87
		13.00 - 14.00	2761	4,23	23,43	130,59	2,58	18,55
		16.00 - 17.00	2558	3,53	26,96	100,43	3,20	16,61
		17.00 - 18.00	2524	4,34	22,29	123,12	3,18	16,74
3	Pengamatan Kamera 3 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	3194	2,63	35,00	93,95	-	-
		08.00 - 09.00	2470	2,34	39,02	64,38	-	-
		12.00 - 13.00	2421	2,61	35,79	70,73	-	-
		13.00 - 14.00	2646	2,74	33,69	80,67	-	-
		16.00 - 17.00	3044	2,83	32,57	95,85	-	-
		17.00 - 18.00	3027	2,94	31,53	97,92	-	-

**Tabel 2** Rekapitulasi data rata-rata per-jam hasil survey counting dari arah simpang Bandara SMB II ke simpang Polda

No	Pengamatan Kamera	Waktu	Total Volume Kend. (smp/jam)	Waktu Tempuh Rata-rata jarak 25 m (detik)	Kecepatan Kend. Rata-rata (km/jam)	Kepadatan Kend. Rata-rata (smp/km)	Jumlah Kedatangan Kend. Rata-rata (kend/mnt)	Waktu Putaran Balik Rata-rata (dtk/kend)
1	Pengamatan Kamera 1 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	4150	2,81	32,74	129,97	-	-
		08.00 - 09.00	3240	2,66	34,94	96,67	-	-
		12.00 - 13.00	2920	2,84	32,45	92,56	-	-
		13.00 - 14.00	3355	4,25	26,55	155,60	-	-
		16.00 - 17.00	3612	3,03	30,47	121,23	-	-
		17.00 - 18.00	3592	2,92	31,64	116,79	-	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	3444	5,11	21,81	198,35	0,72	8,52
		08.00 - 09.00	2616	4,91	24,45	144,30	1,08	8,31
		12.00 - 13.00	2845	4,70	22,96	148,88	1,15	10,62
		13.00 - 14.00	3182	7,45	12,90	263,33	1,17	8,98
		16.00 - 17.00	3042	5,92	17,94	197,81	1,32	10,35
		17.00 - 18.00	2900	6,63	17,44	211,96	1,07	11,04
3	Pengamatan Kamera 3 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3625	2,66	36,16	108,77	-	-
		08.00 - 09.00	2816	2,53	37,67	79,92	-	-
		12.00 - 13.00	2569	3,12	31,30	90,47	-	-
		13.00 - 14.00	2874	3,67	28,53	118,28	-	-
		16.00 - 17.00	3054	3,08	31,72	105,12	-	-
		17.00 - 18.00	3148	4,04	28,87	145,16	-	-

### Kapasitas Jalan

Berikut ini hasil analisis perbandingan antara arus yang masuk (*Demand*) dengan kapasitas jalan (*Supply*) di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 3** Perbandingan Antara Arus yang Masuk (*Demand*) dengan Kapasitas Jalan (*Supply*) Arah Simpang Polda ke Simpang Bandara SMB II

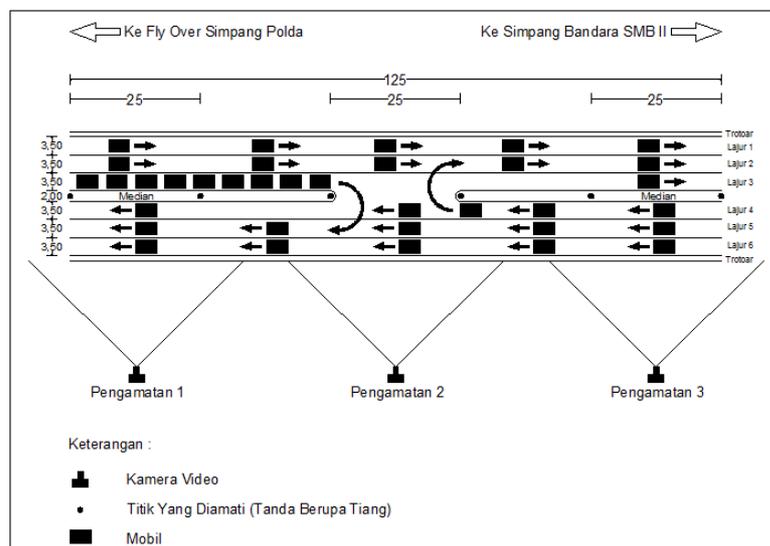
No	Pengamatan Kamera	Waktu	Volume Kend. ( <i>Demand</i> ) (smp/jam)	Kapasitas Jalan ( <i>Supply</i> ) (smp/jam)	Jumlah Lajur Kend. (buah)	Keterangan
1	Pengamatan Kamera 1 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3805	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2957	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2764	2762	2	> Kapasitas
		13.00 - 14.00	2813	2762	2	> Kapasitas
		16.00 - 17.00	3125	2762	2	> Kapasitas
		17.00 - 18.00	2643	2762	2	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	2649	2762	2	-
		08.00 - 09.00	2248	2762	2	-
		12.00 - 13.00	2611	2762	2	-
		13.00 - 14.00	2761	2762	2	-
		16.00 - 17.00	2558	2762	2	-
		17.00 - 18.00	2524	2762	2	-
3	Pengamatan Kamera 3 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	3194	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2470	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2421	4226	3	-
		13.00 - 14.00	2646	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3044	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3027	4226	3	-

**Tabel 4** Perbandingan Antara Arus yang Masuk (*Demand*) dengan Kapasitas Jalan (*Supply*) Arah Simpang Bandara SMB II ke Simpang Polda

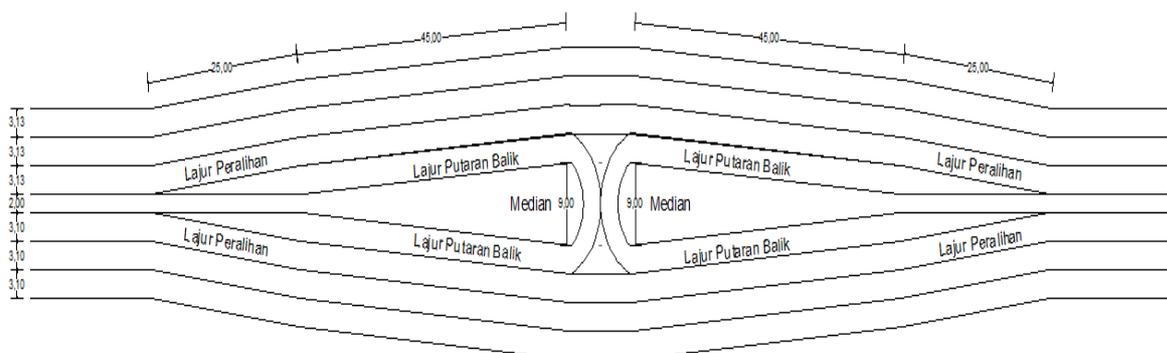
No	Pengamatan Kamera	Waktu	Volume Kenda. ( <i>Demand</i> ) (smp/jam)	Kapasitas Jalan ( <i>Supply</i> ) (smp/jam)	Jumlah Lajur Kend. (buah)	Keterangan
1	Pengamatan Kamera 1 Setelah Area U-turn	07.00 - 08.00	4150	4226	3	-
		08.00 - 09.00	3240	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2920	4226	3	-
		13.00 - 14.00	3355	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3612	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3592	4226	3	-
2	Pengamatan Kamera 2 di Area U-turn	07.00 - 08.00	3444	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2616	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2845	4226	3	-
		13.00 - 14.00	3182	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3042	4226	3	-
		17.00 - 18.00	2900	4226	3	-
3	Pengamatan Kamera 3 Sebelum Area U-turn	07.00 - 08.00	3625	4226	3	-
		08.00 - 09.00	2816	4226	3	-
		12.00 - 13.00	2569	4226	3	-
		13.00 - 14.00	2874	4226	3	-
		16.00 - 17.00	3054	4226	3	-
		17.00 - 18.00	3148	4226	3	-

### Rencana Perubahan Desain Jalan Di Area U-Turn

Rencana perubahan desain jalan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang yaitu dengan penambahan satu lajur khusus (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) untuk kendaraan yang akan melakukan putaran balik sehingga tidak mengganggu arus lalu lintas searah. Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan antara lajur khusus untuk kendaraan melakukan putaran balik dengan lajur kendaraan yang berjalan lurus, hal ini dimaksudkan agar kendaraan tidak memotong lajur antrian (disiplin antrian) yang berakibat menimbulkan konflik pada kendaraan yang antri untuk melakukan putaran balik. Menurut AASHTO 2001, lebar minimum median jalan pada area U-turn untuk kendaraan penumpang yaitu 9 m, maka untuk perencanaan desain baru median jalan di area U-turn perlu adanya pelebaran yaitu sebesar 7 m (dari kondisi existing lebar 2 m menjadi 9 m) sehingga kendaraan yang melakukan putaran balik tidak mengganggu kendaraan pada arah yang berlawanan. Dari data-data untuk desain jalan baru tersebut maka dapat disimpulkan bahwa perlu adanya pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m).



**Gambar 2** Kondisi existing geometrik jalan dan pergerakan kendaraan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9



**Gambar 3** Rencana perubahan desain jalan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9

### Analisis Regresi

Berikut ini hasil analisis regresi hubungan antara panjang antrian kendaraan (Y) dengan jumlah kedatangan Kendaraan ( $X_1$ ) dan waktu putaran balik ( $X_2$ ) di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang menggunakan program SPSS versi 22:

**Tabel 5** Hasil Analisis Regresi Hubungan Antara Panjang Antrian (Y) dengan Jumlah Kedatangan ( $X_1$ ) dan Waktu Putaran Balik ( $X_2$ )

No	Panjang Antrian	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	F
1	Kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari simpang Polda	-43,548	9,407	1,208	0,981	78,286
2	Kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari simpang Bandara SMB II	-0,108	0,071	0,007	0,966	42,687

### Rekapitulasi Hasil Analisis Panjang Antrian Kendaraan Dan Waktu Tempuh Kendaraan

Berikut ini rekapitulasi hasil analisis panjang antrian kendaraan dan waktu tempuh kendaraan pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang:

**Tabel 6** Rekapitulasi hasil analisis panjang antrian dan waktu tempuh pada kondisi existing dan kondisi rencana desain jalan baru

No	Area U-turn	Waktu	Arah dari simpang Polda ke simpang Bandara		Arah dari simpang Bandara ke simpang Polda	
			Panjang Antrian Rata-rata (m)	Waktu Tempuh Kendaraan ( <i>Travel Times</i> ) (detik)	Panjang Antrian Rata-rata (m)	Waktu Tempuh Kendaraan ( <i>Travel Times</i> ) (detik)
1	Kondisi Existing Area U-turn (Perhitungan Manual)	07.00 - 08.00	12,92	3,35	0,06	5,11
		08.00 - 09.00	06,80	2,88	0,19	4,91
		12.00 - 13.00	39,88	3,77	0,32	4,70
		13.00 - 14.00	19,78	4,23	0,25	7,45
		16.00 - 17.00	43,34	3,53	0,44	5,92
		17.00 - 18.00	43,97	4,34	0,32	6,63
2	Kondisi Existing Area U-turn (Program VISSIM 6.0)	07.00 - 08.00	14,94	2,72	0,03	4,18
		08.00 - 09.00	06,97	2,81	0,06	3,91
		12.00 - 13.00	36,14	3,32	0,09	4,08
		13.00 - 14.00	20,36	3,40	0,07	6,60
		16.00 - 17.00	42,75	3,48	0,16	5,23
		17.00 - 18.00	45,89	3,69	0,02	4,98
3	Rencana Perubahan Desain U-turn (Program VISSIM 6.0)	07.00 - 08.00	0,00	2,22	0,00	2,47
		08.00 - 09.00	0,00	2,19	0,00	2,22
		12.00 - 13.00	0,00	2,20	0,00	2,21
		13.00 - 14.00	0,00	2,22	0,00	2,26
		16.00 - 17.00	0,00	2,22	0,00	2,30
		17.00 - 18.00	0,00	2,22	0,00	2,28

Dari Tabel 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi pengurangan panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan pada area U-turn di Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang setelah terjadinya perubahan desain jalan, dimana nilai maksimum panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) pada kondisi desain jalan baru yaitu 0,00 m dan 2,47 detik lebih kecil dibandingkan dengan nilai maksimum panjang antrian dan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) pada kondisi jalan existing yaitu 45,89 m dan 7,45 detik. Dari hasil kesimpulan tersebut maka rencana desain jalan baru di area U-turn bisa dijadikan masukan bagi perencanaan dan pengoperasian lalu lintas sehingga dapat mengurangi tundaan waktu yang terjadi di area U-turn.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis kapasitas jalan di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km. 9 Palembang pada arah arus lalu lintas dari simpang Polda ke simpang Bandara SMB II di jam 12.00 – 13.00, jam 13.00 – 14.00 dan 16.00 – 17.00 diketahui bahwa satu lajur jalan digunakan oleh kendaraan yang antri sebelum melakukan putaran balik (kapasitas jalan berkurang dari 3 lajur menjadi 2 lajur) sehingga volume kendaraan yang masuk sebesar 2764 smp/jam, 2813 smp/jam dan 3125 smp/jam melebihi kapasitas jalan yaitu 2762 smp/jam (2 lajur).
2. Dari hasil analisis panjang antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik dari arah simpang Polda pada jam 17.00 – 18.00 didapatkan panjang antrian maksimum yaitu 45,89 m sedangkan dari arah simpang Bandara SMB II pada jam 16.00 – 17.00 didapatkan panjang antrian maksimum yaitu 0,44 m sehingga untuk perencanaan desain lajur tunggu kendaraan yang akan melakukan putaran balik di area U-turn yaitu sepanjang 45 m.
3. Dari hasil analisis regresi hubungan panjang antrian (Y) dalam satuan kendaraan dengan jumlah kedatangan kendaraan ( $X_1$ ) dalam satuan kendaraan/menit dan waktu putaran balik ( $X_2$ ) dalam satuan detik/kendaraan, didapatkan persamaan regresinya yaitu :
  - $Y = -0,108 + 0,071 X_1 + 0,007 X_2$  ( $X_1$  dan  $X_2 \neq 0$ ) dengan koefisien korelasi 0,966 untuk putaran balik dari simpang Bandara SMB II.
  - $Y = -43,548 + 9,407 X_1 + 1,208 X_2$  ( $X_1$  dan  $X_2 \neq 0$ ) dengan koefisien korelasi 0,981 untuk putaran balik dari simpang Polda.
4. Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang diperlukan adanya penambahan lajur khusus (lebar 3,13 m ; panjang 45 m) dan pelebaran median jalan yaitu 7 m (dari kondisi existing 2 m menjadi 9 m). Secara keseluruhan perencanaan pelebaran jalan di area U-turn yaitu sebesar 13,26 m (pelebaran ke kiri 6,63 m dan ke kanan 6,63 m). Selain itu juga perlu adanya marka pembatas jalan untuk disiplin antrian kendaraan yang akan melakukan putaran balik.
5. Dari hasil analisis perencanaan desain jalan baru di area U-turn Jl. Kol. H. Burlian Km.9 Palembang diketahui bahwa terjadi pengurangan panjang antrian maksimum yaitu dari 45,89 m (kondisi existing) menjadi 0,00 m (desain jalan baru), selain itu juga terjadi pengurangan waktu tempuh kendaraan (*travel times*) maksimum yaitu dari 7,45 detik (kondisi existing) menjadi 2,47 detik (desain jalan baru).

## Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa hal yang dapat disarankan yaitu:

1. Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih mendekati keadaan yang sebenarnya di lapangan maka perlu adanya penambahan variabel yang dapat mempengaruhi pergerakan kendaraan yaitu perilaku berkendara (*driving behaviour*).
2. Untuk penelitian selanjutnya tentang desain jalan baru di area U-turn maka perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai panjang ideal lajur peralihan jalan akibat penambahan lajur jalan untuk kendaraan yang melakukan putaran balik sehingga tidak menimbulkan konflik area di area peralihan jalan yang bisa menyebabkan terjadinya tundaan kendaraan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahsan, Ali. 2003. Pengaruh Manuver Kendaraan Berbalik Arah Terhadap Arus Lalu Lintas (Studi Kasus Jl. Walisongo Km.9 Semarang). Semarang. UNDIP.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2005. Perencanaan Putaran Balik (U-turn) No : 06/BM/2005. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Pembinaan Jalan. 1990. Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Furqon, Zianul. 2012. Simulasi Aliran Lalu Lintas Pada Segmen Penyempitan Geometrik (Bottleneck) Dengan Menggunakan Vissim 5.40. Banda Aceh. Jurnal Transportasi dan Simulasi Vissim 5.40.
- Gerrity, Thomas J. and Charles E. Taylor. 2007. Roundbout Analysis in Vissim. Texas. Texas Department of Transportation.
- Kusnandar, Erwin. 2005. Dimensi Kendaraan Rencana yang Operasional. Bandung. Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Pirdavani, Ali. 2009. Travel Time Evaluation of an Innovative U-Turn Facility on Urban Arterial Roadways. Belgium. World Academy of Science, Engineering and Technology.
- PTV Planung Transport Verkehr AG. 2010. Vissim User Manual Version 5.30. Germany. PTV Planung Transport Verkehr AG. Karlsruhe.
- Rauf, Syafruddin, Mubassirang Pasrah. 2009. Tinjauan Tundaan akibat Kendaraan yang melakukan U-Turn. Surabaya. Prosiding Simposium XII FSTPT.
- Santoso, Singgih. 2000. Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik. Jakarta. PT. Elex Media Komputindo.
- Sihotang, Fransiscus Mintar Ferry. 2006. Hubungan antara Panjang Antrian Kendaraan dengan Aktifitas Samping Jalan. Tangerang. Jurnal Teknik Sipil, Volume 3, No. 1.
- Supranto, J. 2009. Statistika Teori dan Aplikasi, Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- Sweroad, PT. Bina Karya. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Tamin, Ofyar Z. 2008. Perencanaan, Pemodelan & Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal dan Aplikasi. Bandung. ITB.

Trihendradi, C. 2013. Step by Step IBM SPSS 21 : Analisis Data Statistik. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

## **PENGARUH KENAIKAN HARGA BBM TERHADAP TARIF BUS TRANS METRO BANDUNG (KORIDOR II JURUSAN CICAHEUM-CIBEUREUM)**

**Elkhasnet**

Staf Pengajar Jur. Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH Mustapa 23, Bandung  
(P):022-7272215 (ext 135) (F):022-7202892  
[elkha\\_ramaya@yahoo.com](mailto:elkha_ramaya@yahoo.com)

**Antonius Hura**

Alumni Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH Mustapa 23, Bandung  
(P):022-7272215 (ext 135) (F):022-7202892  
[tony\\_ur@yahoo.co.id](mailto:tony_ur@yahoo.co.id)

### **Abstract**

The fuel prices increase affects the overall economic and also affects the public transport fares. The increase in public transport fares shall be balance with the increase in fuel prices so that the vehicle's operating cost that incurred by the operators in line with ability to pay of public transport passengers.

The aim of this study is to determine the effect of fuel price on Trans Metro Bandung bus fare particular for Cibeureum-Cicaheum route. Vehicle's operating cost and fares are calculated in two times; before and after the fuel prices increase.

The study obtained that the component percentage before the fuel price increase is 15.89% of BOK while after the fuel price increase is 20.94% of BOK. According to fares calculation, the fares increase from Rp. 3.500 per passenger to Rp. 4.000 per passenger, meanwhile, in reality, the operators set the price at Rp. 3.000 per passenger before and after the fuel prices increase.

**Keywords :** *Vehicles Operational Cost (VOC), Tariff*

### **Abstrak**

Kenaikan harga BBM berpengaruh terhadap perekonomian secara keseluruhan dan juga berdampak kepada tarif angkutan umum. Kenaikan tarif angkutan harus seimbang dengan kenaikan harga BBM agar biaya operasional kendaraan yang dikeluarkan oleh pengelola angkutan umum sesuai dengan kemampuan penumpang tanpa merugikan ataupun menguntungkan salah satu pihak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kenaikan harga BBM terhadap tarif bus Trans Metro Bandung jurusan Cicaheum-Cibeureum. Perhitungan biaya operasional kendaraan dan tarif dilakukan dua kali yaitu sebelum kenaikan harga BBM dan sesudah kenaikan harga BBM.

Dari penelitian ini diperoleh data persentase komponen sebelum kenaikan harga BBM sebesar 15,89 % dari BOK dan sesudah kenaikan harga BBM sebesar 20,94 % dari BOK. Berdasarkan perhitungan tarif, tarif naik dari Rp 3.500/penumpang menjadi Rp 4.000/penumpang, pada kenyataan di lapangan perusahaan menetapkan tarif sebesar Rp 3.000/penumpang sebelum dan sesudah harga BBM naik. Maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perusahaan bus tidak bisa menutupi biaya operasional kendaraan karena harga tarif yang dikeluarkan lebih kecil bila dibandingkan dengan perhitungan.

**Kata Kunci:** *Biaya Operasional Kendaraan, Tarif*

## **PENDAHULUAN**

Kebijakan Pemerintah yang telah menaikkan harga bahan bakar minyak (BBM) bersubsidi pada Juni 2013 yang lalu mengakibatkan pro-kontra dimasyarakat. Kenaikan BBM ini membawa dampak beruntun pada kenaikan harga sembako dan biaya transportasi, sehingga berdampak juga pada naiknya tarif ongkos angkutan sebesar 30 persen sampai 50 persen.

Kenaikan BBM akan semakin memberatkan para pengusaha jasa angkutan umum dan juga pengguna jasa angkutan umum tersebut, khususnya moda transportasi darat, sehingga perlu

diperhitungkan biaya yang tepat untuk tarif angkutan karena berdampak terhadap biaya operasional kendaraan. Kenaikan biaya operasi kendaraan berdampak turunya jumlah pengoperasian angkutan ataupun jumlah yang beroperasi tidak dapat berkembang karena banyak pengusaha yang tidak mau beresiko untuk menanamkan modal dibidang angkutan umum.

Bus Trans Metro Bandung yang melayani rute Cicaheum- Cibeurem merupakan sarana transportasi yang sangat efektif di kota Bandung. Bus tersebut dapat mengangkut penumpang hingga 60 orang dan memiliki fasilitas yang memadai. Kenaikan harga BBM memiliki pengaruh terhadap besarnya biaya operasional kendaraan tersebut. Dari permasalahan diatas, mengingat citra suatu kota sangat tergantung kepada pelayanan transportasi maka perlu dilakukan penelitian ini untuk menetapkan besar tarif angkutan yang sesuai dengan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) yang dikeluarkan oleh bus Trans Metro Bandung, dengan demikian diharapkan dengan jumlah penumpang yang dibawa bus Trans Metro Bandung dapat menutupi pengeluaran. Penelitian terdahulu yang sudah dilakukan adalah tarif taksi karena kenaikan harga BBM.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung besarnya Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yang ditanggung angkutan TRANS METRO BANDUNG sebelum dan sesudah kenaikan harga BBM
2. Menghitung besarnya tarif sebelum dan sesudah kenaikan harga BBM berdasarkan hasil hitungan BOK.

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Kendaraan jenis angkutan bus TRANS METRO BANDUNG, trayek yang ditinjau adalah trayek dari Cicaheum sampai dengan Cibeureum.
2. Dalam perhitungan dan analisa tarif bus kota, jumlah penumpang yang diambil adalah jumlah penumpang rata-rata pada saat melakukan survei.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Ditinjau dari masalah lalu lintas, keberadaan angkutan umum penumpang mengandung arti pengurangan volume lalu lintas kendaraan pribadi, hal ini dimungkinkan karena angkutan umum penumpang biasanya bersifat massal sehingga biaya angkut dapat dibebankan kepada lebih banyak orang atau penumpang. Angkutan umum penumpang adalah angkutan penumpang yang dilakukan dengan sistem sewa atau bayar. Banyaknya penumpang menyebabkan biaya per penumpang dapat ditekan serendah mungkin. Sistem angkutan umum penumpang memberikan berbagai variasi pelayanan yang dapat dikategorikan menurut tarif dan jenis pelayanan, yaitu :

1. Menurut tarif, angkutan umum penumpang dibagi menjadi:
  - a. Tarif tetap: bus kota, angkutan kota, kereta api
  - b. Tarif tidak tetap, yaitu tergantung pada jarak tempuh: taksi, ojek
2. Menurut jenis pelayanan, angkutan umum penumpang dibagi menjadi:
  - a. Memberikan pelayanan dengan rute tetap: bus kota, angkutan kota, kereta api
  - b. Memberikan pelayanan dari titik asal sampai dengan tujuan: taksi, ojek

Pengusaha dalam mengelola armada busnya mengeluarkan sejumlah biaya yang disebut dengan biaya operasi kendaraan dimana biaya ini dapat ditutup dari pembayaran oleh penumpang. Biaya adalah besaran pengorbanan yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu satuan unit produksi jasa angkutan.

Komponen biaya transportasi dapat dibedakan atas biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap (*Fixed Cost*, FC) adalah biaya yang besarnya tidak berubah dengan adanya perubahan hasil keluaran (*output*, X) dari suatu operasi, sedangkan biaya variabel (*Variabel Cost*, VC) adalah biaya yang besarnya berubah-ubah sesuai dengan perubahan hasil keluaran .

1. **Biaya Tetap (*fixed cost*)** adalah biaya yang dikeluarkan dimana besarnya tidak tergantung kepada pengoperasian kendaraan tersebut. Contoh biaya tetap ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli kendaraan baru dimana dalam hal ini tidak ada cara untuk menekan biaya tetap ini karena harga ditetapkan oleh dealer perusahaan mobil
2. **Biaya Variabel (*variabel cost*)** adalah biaya yang dikeluarkan sesuai dengan pengoperasian kendaraan jadi semakin tinggi tingkat pengoperasiannya/ penggunaan maka semakin tinggi pula biaya variabelnya. Sebagai contoh adalah biaya pemakaian BBM, semakin jauh berjalan semakin banyak bahan bakar habis.
3. Selain kedua komponen biaya diatas ada lagi biaya yang harus diperhatikan seperti biaya pengelola kantor, gaji pegawai, keuntungan perusahaan, biaya tak terduga dan pendapatan sopir.

Komponen Biaya Operasi Kendaraan adalah sebagai berikut:

1. Biaya Tetap :
  - a. **Biaya administrasi:** STNK, ijin operasi, biaya argometer, KIR, biaya kartu pengawasan, biaya radio mobil, biaya parkir, IPAKBU (Ijin Perusahaan Angkutan Kendaraan Bermotor Umum)
  - b. **Biaya kepemilikan aset :**  
Uang muka, adalah besarnya uang yang harus dibayarkan kepada dealer atas suatu kendaraan yang dibeli dengan cara kredit. Biaya uang muka dihitung dengan menggunakan rumus,

$$DP = \% \times HB \quad (1)$$

dengan :

DP = *down payment* (uang muka kendaraan)

% = nilai prosentase uang muka pembelian kendaraan kredit

HB = harga beli kendaraan

**Cicilan bank**, diperhitungkan bila dalam investasi diperlukan pinjaman dari bank.

$$C_{bb} = \frac{(P_j \times i \times x) + P_j}{x} \quad (2)$$

$$C_{bt} = \sum_{b=1}^{12} C_{bb} \quad (3)$$

dengan:

C<sub>bb</sub> = Cicilan bank pada bulan ke-b

C<sub>b<sub>t</sub></sub> = Cicilan bank pada tahun ke- t

P<sub>j</sub> = Pinjaman bank

i = Bunga pinjaman yang berlaku di bank per bulan

x = Masa angsuran

b = Bulan peninjauan

- c. Biaya depresiasi

Biaya depresiasi atau penyusutan nilai kendaraan adalah biaya yang dikeluarkan atas penyusutan nilai kendaraan karena berkurangnya nilai ekonomis kendaraan.

Penyusutan nilai kendaraan ini dihitung dengan Metode Garis Lurus (*Straight Line Method*)

$$Dt = \frac{HB - HJ}{n} \quad (4)$$

dengan :

Dt = Penyusutan pada tahun ke-t  
HB = Harga beli kendaraan  
HJ = Harga jual kendaraan  
N = Umur ekonomis kendaraan

d. Biaya asuransi

Biaya asuransi yaitu biaya untuk membayar tarif premi per tahun. Dengan membayar asuransi kendaraan maka operator terlepas dari resiko membayar akibat kecelakaan atau kehilangan kendaraan. Untuk menghitung biaya asuransi per tahun digunakan rumus:

$$At = Tp \times Bt \quad (5)$$

dengan :

At = Asuransi pada tahun ke-t  
Tp = Tingkat premi  
Bt = Nilai aset pada tahun ke-t

2. Biaya Variabel :

- a. Biaya bahan bakar (bensin)
- b. Biaya pemeliharaan/repairasi (oli mesin, gemuk, minyak rem, oli gardan, oli mesin, oli transpisi, saringan oli, saringan udara, saringan solar/bensin, overhaul mesin, overhaul bodi, pemeliharaan bodi, cuci, penggantian suku cadang)

3. Biaya lain-lain :

- a. Biaya overhead: Biaya pengelola kantor, Gaji pegawai, Keuntungan perusahaan
- b. Biaya tak terduga

Informasi tentang biaya tersebut di atas dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti pemerintah, operator, dealer, toko-toko suku cadang. Untuk komponen biaya yang pemakaiannya dapat dihitung langsung, seperti bahan bakar, oli, retribusi dll dapat diperoleh langsung dari sopir taksi. Komponen-komponen biaya lainnya, seperti pemakaian ban dan pemeliharaan kendaraan dapat diperoleh dari pemilik atau operator, informasi yang didapat diusahakan seakurat mungkin.

### Perhitungan Tarif

Biaya yang dikeluarkan oleh para penumpang adalah biaya yang akan digunakan oleh perusahaan untuk menutupi biaya operasi kendaraannya. BOK total yang diperhitungkan disini meliputi seluruh biaya operasi kendaraan dan besarnya pendapatan dari penumpang . Setelah diketahui besarnya biaya operasi kendaraan total per harinya dan dengan data jumlah penumpang maka perhitungan tarif dapat dihitung.

Tarif/penumpang = BOK total per tahun/jumlah penumpang/tahun

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Rute yang dipilih untuk menghitung Biaya Operasional Kendaraan adalah Cicaheum-Cibeureum. Obyek penelitian adalah Trans Metro Bandung (TMB) yang dikelola oleh perusahaan DAMRI.

Survei data ini dilakukan dengan menentukan satu rute bus TMB dengan jurusan Cicaheum-Cibeureum dengan data sebagai berikut :

1. Cicaheum – Cibeureum  
Terminal Cicaheum – jalan Jend. A. Yani – jalan Ibrahim Adjie (Cicadas) – jalan Jakarta – jalan Jend. A. Yani – jalan Naripan – jalan Tamblong – jalan Asia Afrika – jalan Sudirman – jalan Rajawali – jalan Cibeureum (Shelter Elang).
2. Cibeureum – Cicaheum  
Cibeureum ( Shelter Elang) – jalan Garuda – jalan Kebon Jati – jalan Pasir Kaliki – stasiun Bandung – Viaduct – jalan Braga – jalan Veteran – jalan jend. A. Yani – Cibeureum.

Waktu penelitian ini ditentukan jam-jam yang mewakili jam sibuk dan jam tidak sibuk. yaitu pada pukul 06.00 – 09.00 dan 16.00 – 18.00, dan pukul 11.00 – 13.00 untuk jam tidak sibuk.

### **Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dan dikumpulkan langsung dari lapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang diambil dari data yang ada ataupun yang telah disurvei sebelumnya

#### ***Data Primer***

Data yang termasuk kedalam kategori data primer adalah:

1. Komponen biaya operasional kendaraan.  
Komponen ini meliputi biaya langsung dan biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk pengoperasian kendaraan terdiri dari, biaya bahan bakar, biaya suku cadang dan lain-lain yang bukan biaya administrasi kendaraan.
2. Data penumpang
  - a. Jumlah penumpang tiap rit
  - b. Jumlah penumpang tiap hari

#### ***Data Sekunder***

Yang termasuk kedalam kategori data sekunder adalah :

1. Biaya Administrasi Kendaraan
2. Panjang rute
3. Karakteristik kendaraan.
  - a. Kapasitas tempat duduk bus TMB adalah 33 kursi
  - b. Harga dan nilai sisa kendaraan
  - c. Umur ekonomis
  - d. Jumlah rit dalam satu hari
  - e. Jumlah hari operasi dalam satu bulan

## **PENGUMPULAN DATA DAN PERHITUNGAN TARIF**

### **Pengumpulan Data Biaya Operasional Kendaan**

Biaya opsional kendaraan pada bus Trans Metro Bandung (TMB) trayek Cicaheum-Cibeureum terdiri dari biaya langsung dan tidak langsung. Setelah kenaikan bahan bakar minyak, komponen biaya operasi kendaraan bus TMB mengalami kenaikan. Sebagian besar yang mengalami kenaikan adalah biaya langsung, sedangkan biaya tidak langsung

relatif tidak mengalami kenaikan. Karakteristik kendaraan bus TMB dapat dilihat pada Tabel 1.

**Biaya langsung**

Komponen-komponen biaya langsung seperti gaji dan tunjangan supir dan kondektur, STNK, KIR, Asuransi memiliki harga satuan sama besar sebelum dan sesudah kenaikan harga BBM. Komponen-komponen biaya langsung dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Karakteristik Kendaraan Bus Trans Metro Bandung

A. KARAKTERISTIK BUS		
1	Merk	HINO RKT
2	Harga bus	Rp 980.000.000
3	Tipe	Bus Besar
4	Jenis pelayanan	Bus Patas AC
5	Kapasitas Penumpang	60 orang
B. PRODUKSI / RIT		
1	Jarak-tempuh/rit	16 Km
2	Frekwensi/hari	12 rit
3	Jarak-tempuh/hari [ (1)x(2)]	192 Km/hari
4	Penumpang/rit	40 orang
5	Penumpang/hari [ (2)x(4)]	480 orang
6	Hari operasi/bulan	30 hari
7	Jarak-tempuh/bulan [ (3)x(6)]	5.760 Km
8	Penumpang/bulan [ (5)x(6)]	14.400 orang
9	Hari operasi/tahun [ (6)x12 bulan]	360 hari
10	Jarak tempuh/tahun [ (7)x12 bulan]	69.120 Km/thn
11	Penumpang/tahun [ (8)x12 bulan]	172.800 orang

**Tabel 2.** Biaya Langsung Bus Trans Metro Bandung

No	Komponen Biaya	Durasi	Konsumsi	Harga Satuan (Rp)	
				Sebelum BBM Naik	Sesudah BBM Naik
1	Gaji dan tunjangan supir dan kondektur ( 2 sopir dan 2 kondektur)		1 bulan	10.000.000	10.000.000
2	STNK	1 tahun	1 kali	3.500.000	3.500.000
3	KIR	6 bulan	2 kali	400.000	400.000
4	Asuransi	1 tahun		6.000.000	6.000.000
5	BBM (Liter)		1 liter	4.500	6.500
6	Perawatan/pemeliharaan				
a	servis kecil	10.000 Km			
	oli mesin		15 liter	20.000/l	40.000/l
	gemuk		0,5 -1 kg	25.000/kg	50.000/kg
b	servis besar	20.000 Km			
	oli mesin		15 liter	20.000/l	40.000/l

No	Komponen Biaya	Durasi	Konsumsi	Harga Satuan (Rp)	
				Sebelum BBM Naik	Sesudah BBM Naik
	oli gardan		7,5 liter	20.000/l	40.000/l
	oli transmisi		3,5 liter	50.000/l	70.000/l
	gemuk		1 kg	25.000	50.000
	filter oli		1 buah	150.000	200.000
	filter udara		1 buah	450.000	550.000
	filter solar		1 buah	30.000	50.000
c	pemeriksaan umum	300.000 Km			
	overhaul			10.000.000	15.000.000
	overhaul bodi			6.000.000	9.000.000
d	Ban		6 buah	1.900.000	2.100.000
7	Retribusi	1 hari	2 kali	10.000	15.000

### **Biaya tidak langsung**

Biaya tidak langsung merupakan biaya yang secara tidak langsung berhubungan dengan produk jasa yang dihasilkan. Komponen biaya tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 3, dimana biaya ini dibebankan kepada armada bus yaitu 205 bus.

**Tabel 3.** Biaya Tidak Langsung Bus TMB

No	Komponen biaya	Durasi Waktu (Tahun)	Harga satuan (Rp)
1	Gaji dan Tunjangan selain awak bus	1 Tahun	6.930.000.000
2	Biaya pengelolaan		
	-penyusutan bangunan kantor	1 Tahun	2.500.000
	-penyusutan pool dan bengkel	1 Tahun	1.500.000
	-penyusutan inventaris	1 Tahun	1.000.000
	-penyusutan sarana bengkel	1 Tahun	1.000.000
	-biaya administrasi kantor	1 Tahun	2.000.000
	-biaya pemeliharaan kantor	1 Tahun	1.200.000
	-biaya listrik dan air	1 Tahun	3.500.000
	-biaya telepon dan telegram	1 Tahun	6.000.000
3	Biaya perjalanan dinas	1 Tahun	2.500.000
4	Pajak perusahaan	1 Tahun	8.000.000
5	Izin trayek	1 Tahun	1.500.000
6	Izin usaha	1 Tahun	4.000.000
Total biaya langsung			Rp 6.964.700.000

### **Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Sebelum dan Sesudah Kenaikan BBM**

#### **Biaya Langsung**

1. Biaya tetap
  - a. Biaya Penyusutan Kendaraan

- Harga kendaraan Jenis HINO + PPN 10 % = Rp 980.000.000 + Rp 98.000.000 = Rp 1.078.000.000
- Masa susut (DLLAJ) = 7 tahun dan Nilai residu = 20%
- Penyusutan bus/tahun = Rp 123.200.000 / bus/ tahun
- b. Biaya bunga modal
- Tingkat bunga per tahun = 12%
- Bunga modal/ bus –tahun = 75% x harga kendaraan x tingkat suku bunga  
= 75% x 1.078.000.000 x 12% = Rp 97.020.000/ bus /tahun
- c. Biaya gaji dan tunjangan awak kendaraan
- Gaji supir = Rp 3.500.000/bln x 2 x 12 = Rp 84.000.000
- Gaji kondektur = Rp 1.500.000/bln x 2 x 12 = Rp. 36.000.000
- Total gaji = Rp 120.000.000 /bus-tahun
2. Biaya Tidak Tetap
- a. Biaya bahan bakar
- 1) KM tempuh/tahun = 69.120 km/tahun
- 2) Pemakaian BBM = 3,8 km/ liter
- 3) Harga BBM (sebelum naik) = Rp. 4.500
- 4) Biaya BBM/bus/tahun = (69.120/3,8) x 4.500 = Rp 81.852.631/bus/ tahun
- 5) Harga BBM (setelah naik) = Rp. 6.500
- 6) Biaya BBM/bus/tahun = (69.120/3,8) x 6.500 = Rp 118.231.579/bus/ tahun
- b. Ban
- 1) Ban yang dibutuhkan = 6 buah
- 2) Daya tahan tiap ban = 24.000 km
- 3) Ban diganti tiap tahun = 69.120/24.000 = 2,88 kali/ tahun
3. Biaya ban/ bus/tahun = 2,88 x 6 x Rp. 1.900.000 = Rp 32.832.000/ bus/tahun
- a. Sebelum BBM naik
- Biaya ban/ bus/tahu = 2,88 x 6 x Rp. 2.100.000 = Rp 36.288.000/ bus/tahun
- b. Setelah BBM naik
- Perawatan dan Pemeliharaan
- Servis kecil dilakukan setiap 10.000 KM***
- Maka tiap tahun dilakukan servis = 69.120/ 10.000 = 6,912 servis/tahun
- Oli mesin 15 l x Rp 20.000 = Rp. 300.000
- Gemuk 1 kg = Rp. 25.000
- Biaya Servis kecil = 325.000 x 6,912 = Rp 2.246.400 / bus-tahun
- (sebelum BBM naik)
- Oli mesin 15 l x Rp 40.000 = Rp. 600.000
- Gemuk 1 kg = Rp. 50.000
- Biaya Servis kecil = 650.000 x 6,912 = Rp 4.492.800 / bus-tahun
- (setelah BBM naik)
- Servis besar dilakukan setiap 20.000 Km (sebelum BBM naik)***
- Maka tiap tahun dilakukan servis = 69.120/ 20.000 = 3,456 servis/tahun
- Oli mesin = 15 x Rp. 20.000 = Rp. 300.000

Gardan	= 7,5 x Rp. 20.000	= Rp.150.000
Transmisi	= 3,5 x Rp. 50.000	= Rp.175.000
Gemuk		= Rp.25.000
Filter oli		= Rp.150.000
Filter udara		= Rp. 450.000
Filter solar		= <u>Rp. 30.000</u>
		Rp. 1.280.000
Biaya Servis besar bus/ tahun		= 1.280.000 x 3,456= Rp 4.423.680 /
<b>Servis besar dilakukan setiap 20.000 Km (setelah BBM naik)</b>		
Maka tiap tahun dilakukan servis		= 69.120/ 20.000 = 3,456 servis/tahun
Oli mesin	= 15 x Rp. 40.000	= Rp.600.000
Gardan	= 7,5 x Rp. 40.000	= Rp.300.000
Transmisi	= 3,5 x Rp. 70.000	= Rp.245.000
Gemuk		= Rp.50.000
Filter oli	= Rp. 200.000	
Filter udara		= Rp.550.000
Filter solar		= <u>Rp.50.000</u>
		Rp.1.995.000
Biaya Servis besar	= 1.995.000 x 3,456	= Rp.6.894.720 / bus/ tahun
<b>Biaya pemeriksaan umum setiap 300.000 Km Km (sebelum BBM naik)</b>		
Maka tiap tahun dilakukan servis servis/tahun	= 69.120/ 300.000	= 0,2304
Overhaul mesin + Overhaul body		=Rp.10.000.000
+Rp.6.000.000		= Rp16.000.000
Biaya		= 0,2304 x 16.000.000 =
Rp.3.686.400/bus/ tahun		
<b>Biaya pemeriksaan umum setiap 300.000 Km Km (setelah BBM naik)</b>		
Overhaul mesin + Overhaul body		= Rp. 15.000.000 + Rp.
9.500.000	= Rp 24.500.000	Biaya = 0,2304 x 24.500.000 = Rp
5.644.800bus/ tahun		
• Biaya Tidak Langsung		
BTL per bus/tahun		= Rp. 6.964.700/205 bus
=Rp.33.974.146 / bus-tahun		

### Total Biaya Operasional Kendaraan

Rincian biaya yang dikeluarkan tiap bus sebelum dan sesudah BBM naik dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4** Persentase Komponen BOK Bus TMB Terhadap BOK Total

No	Komponen Biaya	Biaya Bus TMB per tahun		Persentase terhadap BOK	
		Sebelum kenaikan BBM	Setelah kenaikan BBM	Sebelum kenaikan BBM (%)	Setelah kenaikan BBM (%)
1	Penyusutan Kendaraan	123.200.000	123.200.000	23.92	21.82
2	Bunga modal	97.020.000	97.020.000	18.83	17.18
3	Gaji dan tunjangan supir dan kondektur	120.000.000	120.000.000	23.29	21.25

No	Komponen Biaya	Biaya Bus TMB per tahun		Persentase terhadap BOK	
		Sebelum kenaikan BBM	Setelah kenaikan BBM	Sebelum kenaikan BBM (%)	Setelah kenaikan BBM (%)
4	STNK	3.500.000	3.500.000	0.68	0.62
5	KIR	400.000	400.000	0.08	0.07
6	Asuransi	6.000.000	6.000.000	1.16	1.06
7	BBM	81.852.631	118.231.579	15.89	20.94
8	Perawatan/pemeliharaan				
	-servis kecil	2.246.400	4.492.800	0.44	0.80
	-servis besar	4.423.680	6.894.720	0.86	1.22
9	Pemeriksaan Umum	3.686.400	5.644.800	0.72	1.00
10	Biaya Ban	32.832.000	36.288.000	6.37	6.43
11	Retribusi	6.000.000	9.000.000	1.16	1.59
12	Biaya tidak langsung	33.974.146	33.974.146	6.60	6.02
Total Biaya Operasional Kendaraan		515.135.257	564.646.045	100	100

Tarif sebelum kenaikan harga BBM

Tarif/penumpang = Rp. 515.135.257 X 110 % / 172.800 orang = Rp 3.279/Penumpang

Tarif sebelum kenaikan harga BBM

Tarif/penumpang = Rp. 564.646.045 X 110 % / 172.800 orang = Rp 3.594/Penumpang

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Biaya operasional kendaraan sebelum kenaikan harga BBM sebesar Rp 515 juta per tahun, setelah kenaikan harga BBM sebesar Rp 564 juta pertahun atau Rp. 1.450.000/perhari naik menjadi Rp. 1.570.000/hari.
2. Kenaikan harga BBM diiringi kenaikan komponen onderdil kendaraan, tanpa diikuti kenaikan gaji sopir dan kenek kendaraan, berdampak kepada kenaikan BOK, tetapi yang paling signifikan adalah BBM/hari yaitu sebesar 50 l, sehingga penambahan pengeluaran yaitu Rp. 100.000/hari.
3. Komponen BBM sebelum harga kenaikan BBM adalah 15,98% dari BOK dan setelah kenaikan harga BBM komponen BBM meningkat menjadi 20.94 % dari BOK.
4. Tarif berdasarkan BOK sebelum harga BBM naik adalah Rp3.500/penumpang-hari sedangkan setelah harga BBM naik adalah Rp 4.000 per penumpang-hari.
5. Kondisi sesungguhnya di lapangan sebelum harga BBM naik tarifnya adalah Rp 3.000 dan setelah BBM naik tarifnya tetap sebesar Rp 3.000. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tarif yang berlaku di lapangan tidak dapat menutupi biaya operasional kendaraan.

### Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk meningkatkan mutu dan pengembangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lama survei penumpang dalam beberapa hari agar mendapatkan jumlah penumpang yang lebih akurat
2. Pemberian subsidi bagi perusahaan angkutan bus TMB sehingga meringankan beban biaya operasional yang ditanggung oleh perusahaan angkutan bus TMB

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Dodi. E. (2000), Laporan Tugas Akhir *Pengaruh kenaikan harga Bahan Bakar Minyak Terhadap Tarif Angkutan Kota dan Bus Kota*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITENAS, Bandung.
- Elkhasnet. (2001), *Perhitungan Tarif Angkutan Umum Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)*, Bandung
- Morlok, E.K. (1995), *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Twidi. R. (2004), Laporan Tugas Akhir *Studi Tarif Bus Kota Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITENAS, Bandung.
- Tamin, O.Z. (2000), *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*, ITB, Bandung.
- S Didit, (1998), Laporan Tugas Akhir ‘ *Perhitungan dan Analisa Biaya Operasi Kendaraan (BOK)*’, Bandung

## KERANGKA PENILAIAN *LIFE-CYCLE COST* UNTUK PROYEK PEMELIHARAAN JALAN NASIONAL MENGUNAKAN KONTRAK BERBASIS KINERJA

**Betty Susanti**

Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[b\\_susanti@yahoo.com](mailto:b_susanti@yahoo.com)

**Reini D. Wirahadikusumah**

Dosen Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jalan Ganesha No. 10  
Bandung 40132  
Telp: (022)2504952  
[wirahadi@si.itb.ac.id](mailto:wirahadi@si.itb.ac.id)

### Abstract

Performance Based Contract (PBC) is one strategy to improve the effectiveness of road maintenance. PBC recently applied in Indonesia in 2011 and driven by Performance-Based Budgeting system. Through this budgeting system, expenditures for national road maintenance projects should be carried out as efficiently as possible and provide a long service life. But the national road agency still do not have an instrument that can be used to assess the efficiency of road maintenance costs for the project which will be delivered using PBC approach. Appropriate method used to assess the life cycle cost (LCC) efficiency of an infrastructure asset is using Life Cycle Cost Analysis (LCCA). This study aims to develop an assessment framework to specifically assess LCC for road maintenance project which will be contracted using PBC schemes. LCC assessment framework generated in this study takes into account the road agencies and road users cost, with input variables consist of road design, LCCA analysis period, the road performance prediction, and the road maintenance strategies.

**Keywords:** *life-cycle cost, maintenance, national road, performance-based contract*

### Abstrak

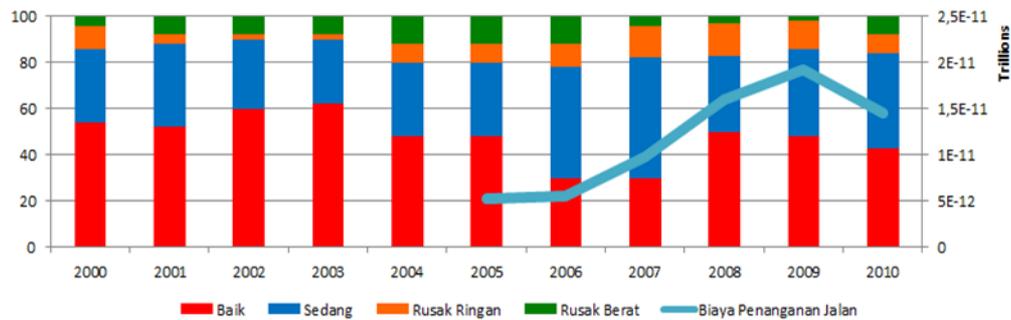
Kontrak Berbasis Kinerja (KBK) merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan efektivitas penanganan jalan. KBK di Indonesia baru diterapkan pada tahun 2011 dan didorong oleh system Penganggaran Berbasis Kinerja. Dengan system penganggaran ini, pengeluaran dana untuk proyek pemeliharaan jalan nasional harus dilakukan seefisien mungkin dan memberikan usia layanan yang lama. Namun pihak pengelola jalan nasional belum memiliki instrumen yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi biaya pemeliharaan jalan pada proyek yang akan diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK. Metode yang tepat digunakan untuk menilai efisiensi *life cycle cost* (LCC) dari suatu set infrastruktur adalah menggunakan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka penilaian yang secara spesifik dapat menilai LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontraskan menggunakan skema KBK. Kerangka penilaian LCC yang dihasilkan pada penelitian ini memperhitungkan biaya bagi pihak pengelola dan pengguna jalan, dengan variabel input terdiri dari desain jalan, periode analisis LCCA, prediksi kinerja jalan, serta strategi penanganan jalan.

**Kata Kunci:** *life-cycle cost, pemeliharaan, jalan nasional, kontrak berbasis kinerja*

## PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan memiliki peran yang dominan dalam sistem transportasi nasional. Sebagai gambaran, infrastruktur jalan mengangkut 70% dari total angkutan barang dan 82% dari total angkutan penumpang (World Bank, 2012). Namun tingginya kebutuhan akan infrastruktur jalan masih belum diiringi dengan kualitas dan kuantitas jalan yang memadai. Sebagai bagian dari jaringan jalan di Indonesia, jaringan jalan nasional juga masih belum memadai dari segi kualitas maupun kuantitas, meskipun pemerintah terus meningkatkan alokasi dana untuk pemeliharaan jalan nasional. Pengeluaran dana untuk

pemeliharaan jalan nasional tidak sebanding dengan kualitas jalan yang dihasilkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Anggaran Biaya Pemeliharaan Jalan dan Kondisi Jalan Nasional

(Sumber: Ditjen Bina Marga-Kementerian Pekerjaan Umum)

Masih rendahnya kualitas jalan nasional menjadi indikasi belum efektifnya mekanisme pemeliharaan jalan. Manajemen pengelolaan jalan yang efektif semakin menjadi kebutuhan yang krusial bagi pihak pengelola jalan. Salah satu strategi pemeliharaan jalan yang berorientasi kepada kualitas dan kinerja layanan jalan yang lebih baik serta efisiensi biaya jangka panjang adalah melalui penerapan skema kontrak *Performance Based Contract* (PBC) atau Kontrak Berbasis Kinerja (KBK) (Pakkala 2002, Segal, dkk. 2003, Stankevich, dkk. 2005, Zietlow 2005). Terdapat fakta yang menunjukkan bahwa peningkatan kondisi jalan sebanyak 13% sejalan dengan penurunan biaya proyek rata – rata sebesar 25% (Stankevich, dkk, 2005). Data dari beberapa negara juga menunjukkan bahwa penghematan biaya proyek pemeliharaan jalan yang menerapkan metode KBK berkisar antara 10% - 40% (Pakkala, 2005).

Penerapan KBK di Indonesia baru dimulai pada tahun 2011. Proyek percontohan KBK diterapkan pada ruas jalan di Pantura Jawa Barat dan Jawa Tengah. Penerapan KBK pada awalnya didorong oleh sistem penganggaran pemerintah yang beralih kepada sistem Penganggaran Berbasis Kinerja. Dengan sistem penganggaran ini, pengeluaran dana untuk proyek – proyek pemeliharaan jalan nasional harus dilakukan seefisien mungkin, difokuskan pada berbagai proyek yang tepat, dan hasil yang memberikan usia layanan yang lama. Namun hingga saat ini, pihak pengelola jalan nasional belum memiliki instrumen yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi biaya pemeliharaan jalan di sepanjang siklus hidup (*life cycle*) jalan pada proyek yang akan diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK.

Metode yang konsisten dan valid untuk menilai biaya siklus hidup (*life cycle cost*) dari suatu aset infrastruktur adalah menggunakan metode *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA). Metode LCCA telah banyak diterapkan dalam menilai efisiensi biaya jangka panjang untuk proyek pekerjaan jalan (Kaini dan Li 2006; Chan et al. 2008; Karim 2011; Goh dan Yang 2009, 2010, Whyte dan Pham, 2012). Kerangka komprehensif untuk menilai *life cycle cost* (LCC) proyek pekerjaan jalan telah dikembangkan oleh Harrison, dkk (1999). Namun kerangka penilaian tersebut spesifik dikembangkan untuk menentukan alternatif desain jalan dan menentukan strategi preservasi jalan yang terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka penilaian yang dapat digunakan secara spesifik untuk menilai LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakan menggunakan skema KBK.

## KAJIAN PUSTAKA

### **Karakteristik Kontrak Berbasis Kinerja**

KBK merupakan jenis kontrak yang mengatur spesifikasi output dan *outcome* dari proyek pemeliharaan jalan yang harus dicapai selama masa kontrak (Segal, dkk. 2003, Zietlow.2004, Stankevich, dkk.2005, World Bank.2005, Hyman. 2009, Zietlow 2005a,b; Liautaud 2004). *Outcome* pada KBK berupa tingkat layanan jalan (*level of service*) yang berkaitan dengan semua dimensi kinerja yang harus dipenuhi oleh penyedia jasa. Beberapa indikator kinerja dapat berbasis pengguna jalan, sedangkan beberapa indikator kinerja yang lain dapat dinyatakan dalam terminologi ekonomi, seperti menurunnya biaya kecelakaan, biaya waktu perjalanan, serta biaya operasional kendaraan (Hyman, 2009). Dalam KBK, indikator kinerja bisa berjumlah sangat banyak. Pada dasarnya indikator kinerja harus mampu meminimalisir total biaya sistem, (termasuk biaya jangka panjang untuk pemeliharaan jalan), meminimalisir biaya bagi pengguna jalan, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan (Zietlow 2004). KBK mengintegrasikan pekerjaan desain, konstruksi, hingga pemeliharaan jalan dalam satu paket kontrak. Durasi kontrak umumnya berlangsung *multi years*. Dengan karakteristik ini, penerapan KBK pada proyek pemeliharaan jalan berpotensi menjamin kualitas dan layanan jalan menjadi lebih baik, yang pada akhirnya mampu menghasilkan efisiensi biaya pemeliharaan jalan untuk jangka panjang.

### **Penerapan Metode *Life Cycle Cost Analysis* Pada Proyek Konstruksi Jalan**

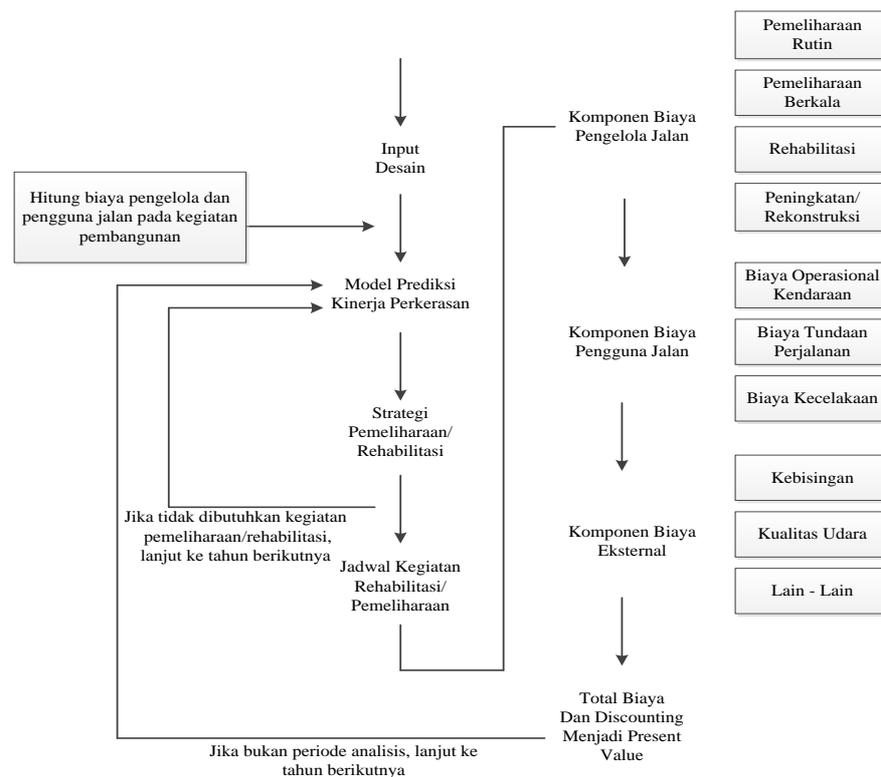
Metode LCCA telah banyak diterapkan dan dikembangkan untuk menilai efektivitas dan efisiensi proyek infrastruktur jalan. Chan, dkk (2008) melakukan penilaian efektivitas prosedur LCCA sebagai alat manajemen aset bagi pihak pengelola jalan. Zhang (2009) serta Goh dan Yang (2009, 2010) mengembangkan model LCCA dengan memasukkan pertimbangan aspek *sustainability* untuk mengevaluasi proyek infrastruktur jalan. Kaini dan Li (2006) mengembangkan metode LCCA berbasis risiko untuk menghitung biaya dan benefit pada proyek pekerjaan jalan. Li dan Madanu (2009) menunjukkan bahwa penggunaan LCCA berbasis ketidakpastian menghasilkan nilai biaya atau benefit yang lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan perhitungan nilai yang menggunakan pendekatan berbasis risiko. Christensen (2012) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai permasalahan yang terkait dengan perhitungan benefit bagi pengguna jalan pada model analisis *Life Cycle Cost Benefit* (LCCB), dimana benefit dievaluasi berdasarkan biaya. Whyte dan Pham (2012) mengevaluasi praktek penerapan LCCA serta mengembangkan model *spreadsheet* LCCA untuk proyek infrastruktur jalan di Australia.

Dari berbagai penelitian yang telah ada, belum terdapat kajian yang membahas mengenai evaluasi biaya jangka panjang pemeliharaan jalan untuk proyek yang diselenggarakan menggunakan suatu tipe kontrak. Secara teoritis, penggunaan suatu tipe kontrak akan memiliki strategi penanganan jalan yang spesifik, yang akan mempengaruhi besarnya nilai *life cycle cost* jalan. Penelitian ini akan menerapkan metode LCCA untuk mengembangkan kerangka penilaian *life cycle cost* yang spesifik untuk menilai proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan tipe kontrak KBK.

### **Kerangka Eksisting Penilaian *Life Cycle Cost* Proyek Konstruksi Jalan**

Kerangka komprehensif LCCA yang spesifik digunakan untuk menilai LCC dari berbagai alternatif perkerasan jalan atau berbagai skema preservasi jalan telah dikembangkan oleh

Harrison, dkk (1999). Gambar 2 menunjukkan bahwa penilaian LCC yang komprehensif untuk suatu proyek pekerjaan jalan harus memperhitungkan biaya bagi pihak pengelola jalan, biaya pengguna jalan, serta komponen biaya eksternal. Besarnya biaya dari masing – masing komponen LCCA dipengaruhi oleh input desain, model prediksi kinerja perkerasan jalan, serta strategi dan jadwal penanganan jalan. Penilaian LCC proyek pekerjaan jalan secara komprehensif dimulai dari pekerjaan pembangunan hingga rekonstruksi jalan. Kerangka penilaian LCC tersebut juga dapat digunakan untuk menilai LCC proyek pekerjaan preservasi jalan eksisting, yaitu pekerjaan pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala, rehabilitasi, dan peningkatan atau rekonstruksi jalan. Karena KBK merupakan salah satu alternatif strategi preservasi jalan, maka kerangka penilaian tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan yang diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK.



**Gambar 2** Kerangka Komprehensif LCCA

Sumber: Harrison, dkk (1999)

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan secara komprehensif terhadap konsep LCCA. Survey menggunakan metode wawancara semi terstruktur dilakukan kepada pihak pengelola jalan nasional yang terlibat dalam proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK untuk mengidentifikasi strategi penanganan jalan pada skema KBK. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan induktif untuk menghasilkan kerangka penilaian LCC yang dapat diterapkan untuk menilai efektivitas proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan metode KBK. Sesuai dengan ketentuan di dalam Permen

PU No. 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan, pemeliharaan jalan yang dimaksud pada penelitian ini adalah kegiatan penanganan jalan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal, yaitu meliputi kegiatan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi, atau rekonstruksi jalan.

## **PENGEMBANGAN KERANGKA PENILAIAN LCC**

Pengembangan kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan yang diselenggarakan menggunakan skema KBK pada penelitian ini mengacu kepada kerangka penilaian eksisting yang telah dikembangkan oleh Harrison, dkk (1999). Berdasarkan kerangka komprehensif tersebut, dapat diidentifikasi berbagai variabel yang menjadi input LCCA dan berbagai komponen biaya yang membentuk LCC proyek pekerjaan jalan. Kerangka penilaian ini dikembangkan sesuai dengan karakteristik penanganan jalan yang menggunakan skema KBK. Pada pendekatan KBK, proyek pekerjaan jalan diselenggarakan dengan metode *delivery design-build-operate-maintain*. KBK di Indonesia mengintegrasikan pekerjaan peningkatan jalan hingga pemeliharaan rutin; sedangkan jadwal penanganan jalan pada pendekatan KBK ditentukan berdasarkan kondisi jalan dan sesuai dengan indikator kinerja jalan yang telah ditentukan di dalam kontrak.

### **Variabel Input LCCA**

Penilaian LCC proyek sangat dipengaruhi oleh strategi penanganan jalan pada proyek yang ditinjau. Labi dan Sinha (2003) menyatakan bahwa strategi penanganan jalan merupakan kombinasi antara lingkup pekerjaan penanganan jalan serta jadwal pelaksanaan pekerjaan. Strategi penanganan jalan dipengaruhi oleh desain jalan, lamanya periode analisis LCCA, serta jumlah volume lalu lintas dan beban kendaraan yang berpengaruh terhadap kinerja perkerasan jalan.

Desain jalan terkait dengan jenis perkerasan jalan yang digunakan, lebar perkerasan, panjang jalan, serta usia rencana jalan. Jenis perkerasan jalan yang berbeda akan berdampak pada perbedaan strategi penanganan jalan. Perkerasan aspal umumnya membutuhkan pemeliharaan rutin yang lebih sering untuk memperbaiki kerusakan atau kegagalan struktural lainnya yang lebih sering terjadi. Sedangkan perkerasan beton memiliki karakteristik durabilitas dan kekuatan yang lebih baik untuk beban lalu lintas yang sama pada penggunaan lapis perkerasan aspal (Whyte dan Pham, 2012). Lebar perkerasan dan panjang jalan akan menentukan volume pekerjaan dan menentukan besarnya biaya proyek pemeliharaan jalan.

Usia rencana jalan dan periode analisis LCCA merupakan faktor yang mempengaruhi jadwal, frekuensi, dan jenis pekerjaan pemeliharaan jalan. Sedangkan kinerja perkerasan jalan dipengaruhi oleh kemampuan elemen – elemen perkerasan dalam mempertahankan fungsinya selama usia rencana jalan untuk melayani beban kendaraan di atasnya. Dengan demikian, beban kendaraan merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. Kinerja perkerasan jalan pada proyek KBK dilakukan dengan memprediksi penurunan kondisi perkerasan jalan secara reguler selama periode kontrak dan selama usia rencana jalan. Jika penurunan kondisi jalan cukup signifikan, maka tindakan penanganan jalan harus ditentukan, dan seluruh biaya yang terkait dengan aktivitas penanganan jalan tersebut harus diperhitungkan.

### **Komponen Biaya LCCA**

Kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat dua komponen biaya yang selaludiperhitungkan dalam LCCA, yaitu biaya pengelola dan pengguna jalan. Tabel1 menunjukkanpertimbangankomponenbiaya LCCA dariberbagaipenelitianterdahulu. Sejalan dengan kajian – kajian tersebut, maka kerangka penilaian yang dikembangkan pada penelitian ini hanya akan mempertimbangkan komponen biaya pengelola dan pengguna jalan. Karena biaya pengguna jalan memiliki korelasi positif terhadap biaya eksternal, maka perhitungan biaya eksternal pada penelitian ini tidak dimasukkan pada kerangka penilaian LCCA untuk proyek KBK.

**Tabel1** Komponen Biaya LCCA

Peneliti dan Tahun	Komponen Biaya LCCA				Biaya Eksternal (Lingkungan)
	Pengelola Jalan	Pengguna Jalan			
		BOK	BTP	BK	
FHWA (1998)	√	√	√	√	
Kain dan Li (2006)	√	√	√	√	
Chan, dkk (2008)	√		√		
Zhang (2009)	√	√	√	√	
Goh dan Yang (2009)	√	√	√	√	√
Li dan Madanu (2009)*	√	√	√	√	
Goh dan Yang (2010)	√			√	√
Christensen (2012)	√	√	√	√	√
Whyte dan Pham (2012)	√				

Keterangan: BOK=Biaya Operasional Kendaraan; BTP=Biaya Tundaan Perjalanan; BK=Biaya Kecelakaan.

\* Memasukkan biaya emisi udara dalam komponen biaya pengguna jalan

### 1. Biaya Pengelola Jalan

Biaya pengelola jalan adalah semua biaya yang dikeluarkan oleh pihak pengelola jalan untuk melaksanakan semua kegiatan yang terkait dengan kegiatan pemeliharaan jalan. Biaya proyek pemeliharaan jalan pada KBK meliputi biaya pengadaan penyedia jasa perencana dan pelaksana konstruksi beserta biaya pelaksanaan pekerjaannya; dan biaya pengadaan konsultan pengawas beserta biaya pekerjaan pengawasan. Pada kerangka penilaian ini, biaya yang dipertimbangkan hanya biaya pelaksanaan pekerjaan fisik/konstruksi, yaitu biaya untuk pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan jalan. Biaya administrasi untuk pengadaan penyedia jasa tidak dimasukkan didalam perhitungan, karena nilai biaya ini sangat kecil dan menjadi tidak signifikan jika dikonversi menjadi *present value* pada LCCA dengan periode analisis yang panjang. Biaya pekerjaan penyusunan desain dan pekerjaan pengawasan konstruksi juga tidak dimasukkan, karena biaya ini juga tidak signifikan, yaitu hanya 3% - 5% dari biaya pekerjaan konstruksi. Penanganan jalan hingga akhir periode analisis LCCA akan menghasilkan *salvage value*, sehingga nilai ini perlu dimasukkan dalam perhitungan biaya pengelola jalan.

Kerangka penilaian LCC pada penelitian ini dikembangkan secara khusus untuk menilai LCC proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan skema KBK. Untuk itu kerangka penilaian yang dikembangkan ini tidak memasukkan komponen biaya pembangunan jalan, karena pendekatan KBK di Indonesia hanya diterapkan pada pekerjaan preservasi jalan eksisting. Hal ini sejalan dengan konsep

KBK itu sendiri dan juga sejalan dengan program preservasi jalan di Ditjen Bina Marga – Kementerian Pekerjaan Umum, yang menerapkan KBK pada proyek preservasi jalan, yaitu meliputi pekerjaan peningkatan jalan, rehabilitasi, pemeliharaan berkala, dan pemeliharaan rutin jalan.

Pada dasarnya LCCA merupakan proses estimasi di sepanjang periode analisis. Banyak aspek ketidakpastian yang berpotensi terjadi sehingga menyebabkan estimasi nilai *life cycle cost* tidak sesuai dengan prediksi. Ketidakpastian dapat terjadi pada berbagai variabel input LCCA. Namun variabel input LCCA yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel input lainnya adalah prediksi kinerja perkerasan jalan. Ketidakpastian pada kinerja perkerasan jalan akan mempengaruhi lingkup pekerjaan dan jadwal penanganan jalan, sehingga akan menimbulkan ketidakpastian pada estimasi biaya bagi pihak pengelola maupun pengguna jalan. Untuk itu kerangka penilaian LCCA yang dikembangkan pada penelitian ini akan memasukkan pertimbangan terhadap aspek ketidakpastian prediksi kinerja jalan yang dapat menyebabkan terjadinya risiko pada strategi penanganan jalan, sehingga menyebabkan terjadinya risiko peningkatan biaya penanganan jalan yang akan berdampak bagi pihak pengelola jalan nasional.

## 2. Biaya Pengguna Jalan

Semua biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pengguna jalan selama periode analisis dan dinyatakan dalam terminologi moneter disebut sebagai biaya pihak pengguna jalan (Hall, dkk. 2003). Berdasarkan FHWA (1998), biaya pengguna jalan terdiri dari dua dimensi, yaitu komponen biaya pengelola jalan serta kategori biaya pengguna jalan. Komponen biaya pengguna jalan yang umum dinilai pada LCCA adalah Biaya Operasional Kendaraan (BOK), biaya tundaan perjalanan, dan biaya kecelakaan. Biaya tundaan perjalanan secara umum mendominasi biaya lain adalah komponen biaya pengguna jalan. Kategori biaya pengguna jalan terdiri dari (a) *work zone user cost* atau biaya pengguna jalan pada saat adanya pekerjaan jalan pada ruas jalan yang dilalui, dan (b) *in service user cost* atau biaya pengguna jalan pada kondisi lalu lintas normal. Biaya pengguna jalan harus menjadi bagian dari total biaya transportasi pada investasi jalan, karena nilai komponen biaya ini sering kali melampaui biaya pengelolaan jalan secara signifikan (Zhang, 2009). Perhitungan biaya pengguna jalan pada proyek KBK dilakukan pada kategori biaya *work zone* dan biaya operasional normal (*in service*), karena KBK menerapkan indikator kinerja layanan jalan dan mengharuskan adanya manajemen lalu lintas selama berlangsungnya aktivitas penanganan jalan.

## 3. Biaya Eksternal

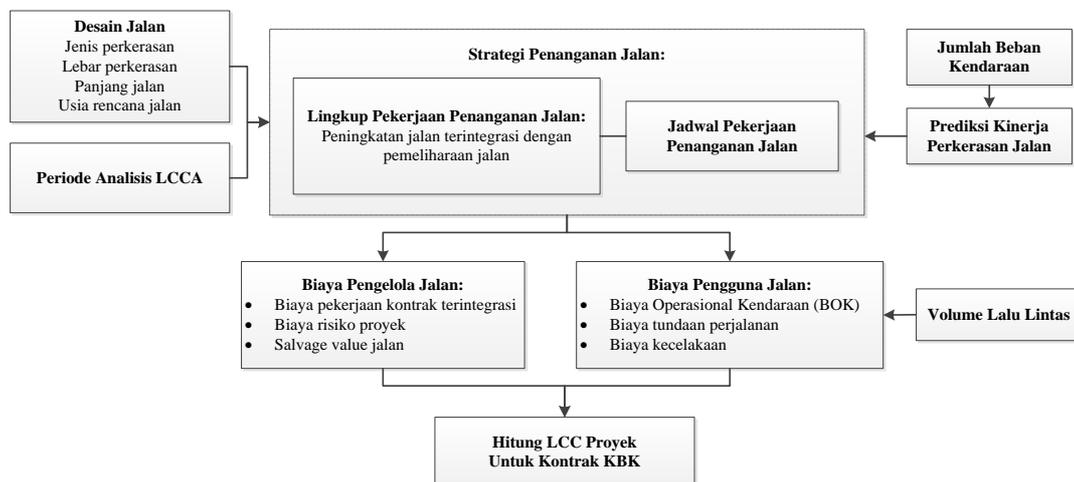
Komponen biaya eksternal meliputi biaya – biaya yang terkait dengan aspek lingkungan atau *sustainability*, diantaranya dapat berupa biaya kebisingan, kualitas udara atau emisi, dan sebagainya. Mengintegrasikan konsep *sustainability* ke dalam LCCA pada sektor konstruksi masih belum banyak diterapkan, karena identifikasi terhadap berbagai indikator *sustainability* itu sendiri masih belum banyak dilakukan dan dikembangkan, sehingga elemen – elemen biaya dari berbagai ukuran *sustainability* belum diverifikasi oleh pihak industri terkait. Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas, maka kerangka LCCA yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak memasukkan komponen biaya eksternal sebagai bagian dari komponen biaya yang diperhitungkan dalam LCCA proyek pekerjaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK.

### Kerangka Penilaian LCC Proyek Pemeliharaan Jalan Menggunakan Skema KBK

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditentukan bahwa strategi penanganan jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK merupakan pekerjaan yang mengintegrasikan pekerjaan peningkatan hingga pemeliharaan rutin. Sesuai dengan karakteristik KBK yang mengatur mengenai kinerja layanan jalan di sepanjang masa kontrak, maka jadwal penanganan jalan harus didasarkan pada kondisi jalan dan indikator kinerja yang harus dipenuhi. Strategi penanganan jalan ini dipengaruhi oleh desain jalan, periode analisis LCCA, serta prediksi kinerja perkerasan jalan. Variabel desain jalan dan periode analisis merupakan parameter konstan dalam LCCA, sedangkan prediksi kinerja perkerasan jalan merupakan aspek yang bersifat probabilistik. Prediksi kinerja perkerasan jalan secara teoritis sangat dipengaruhi oleh jumlah beban kendaraan.

Strategi penanganan jalan akan menentukan besarnya biaya pengelola jalan dan pengguna jalan. Pada penilaian LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK, komponen biaya pengelola jalan terdiri dari biaya pelaksanaan pekerjaan penanganan jalan untuk kontrak terintegrasi, biaya risiko pada kegiatan penanganan jalan, serta *salvage value* dari jalan yang ditinjau. Sedangkan biaya pengelola jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang menggunakan skema KBK harus memperhitungkan komponen biaya pengelola jalan yang terdiri dari BOK, biaya tundaan perjalanan, dan biaya kecelakaan. Perhitungan biaya pengguna jalan juga dilakukan pada kondisi *in-service* dan *work zone*. Kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan skema KBK dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.

Kerangka penilaian yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk menilai kelayakan penerapan KBK pada proyek pekerjaan pemeliharaan jalan nasional. Nilai LCC yang dihasilkan dari berbagai alternatif proyek penanganan jalan yang akan dikontrakkan dibawah skema KBK dapat digunakan sebagai salah satu indikator penilaian kelayakan penerapan KBK untuk proyek – proyek yang ditinjau.



Gambar 3 Kerangka Penilaian LCC Proyek KBK

## KESIMPULAN

Kerangka penilaian LCCA yang dihasilkan dari penelitian ini mempertimbangkan biaya bagi pihak pengelola dan pengguna jalan yang sesuai dengan strategi penanganan jalan pada pendekatan KBK. Komponen biaya pengelola jalan terdiri dari biaya pelaksanaan

pekerjaan penanganan jalan untuk kontrak terintegrasi, biaya risiko pada kegiatan penanganan jalan, serta *salvage value* dari jalan yang ditinjau. Sedangkan biaya pengelola jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang menggunakan skema KBK memperhitungkan komponen biaya pengelola jalan yang terdiri dari BOK, biaya tundaan perjalanan, dan biaya kecelakaan. Perhitungan biaya pengguna jalan pada kerangka penilaian ini dilakukan pada kondisi *in-service* dan *work zone*. Kerangka penilaian yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk menilai kelayakan penerapan KBK pada proyek pekerjaan pemeliharaan jalan nasional.

## REFERENSI

- Chan, Arthur., Keoleian, Gregory., dan Gabler, Eric. 2008. Evaluation of Life-Cycle Cost Analysis Practices Used by the Michigan Department of Transportation. *Journal of Transportation Engineering*. 134:6, 236-245.
- Federal Highway Administration., 1998. *Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design*. Publication No. FHWA-SA-98-079, Pavement Division Interim Technical Bulletin, US Department of Transportation.
- Goh dan Yang., 2009. Extending Life-Cycle Costing (LCC) Analysis for Sustainability Considerations in Road Infrastructure Projects. *Proceedings of 3rd CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environment*. Delft-Amsterdam.
- Goh dan Yang. 2010. Responding to Sustainability Challenge and Cost Implications in Highway Construction Projects. CIB-W101: Spatial Planning and Infrastructure Development. Salford Quays – United Kingdom. [www.kenken.go.jp/japanese/contents/cib/w101/pdf/935.pdf](http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/cib/w101/pdf/935.pdf), diakses tanggal 5 Februari 2012.
- Harrison, Rob., Waalkes, Steve., dan Wilde, William James. 1999. A Life Cycle Cost Analysis of Rigid Pavements. *Project Summary Report 1739-S*. Center for Transportation Research - The University of Texas at Austin.
- Hyman, William. A. 2009. Performance-Based Contracting for Maintenance. *NCHRP Synthesis 389*. [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_syn\\_389.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_389.pdf), diakses tanggal 20 Juli 2011.
- Karim, Hawzheen. 2011. Road Design for Future Maintenance – Life-cycle Cost Analysis for Road Barriers. *Doctoral Thesis*. Stockholm - Sweden.
- Kaini, Praveen dan Li, Zongzhi. 2006. A Methodology for Risk-Based Highway Project Benefit-Cost Analysis. *MRUTC Project 07-10: Optimal Investment Decision Making for Highway Transportation Asset Management under Risk and Uncertainty*. Illinois Institute of Technology, Chicago-Illinois.
- Labi, Samuel., dan Sinha, Kumares. C. 2003. Life Cycle Evaluation of Highway Pavement Preventive Maintenance. *Journal of the Transportation Research Board*. TRB 2003 Annual Meeting.
- Liautaud, G. 2004. *Maintaining Roads: Experience With Output-Based Contracts in Argentina*. World Bank, Washington D.C.
- Li, Zongzhi dan Madanu, Sunil. 2009. Highway Project Level Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Under Certainty, Risk, and Uncertainty: A Methodology with Case Study. *Journal of Transportation Engineering Vol. 135 (8)*. Juli 2009, 516-526.

- Pakkala, P. 2002. Innovative Project Delivery Methods for Infrastructure - International Perspective. Finnish Road Enterprise.
- Pakkala, P. 2005. Performance-Based Contracts—International Experiences. *Proc., TRB Workshop on Performance-Based Contracting*.
- Permen PU No. 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan.
- Segal, G. F., Moore, A. T., and McCarthy, S. 2003. *Contracting for Road and Highway Maintenance*. Reason Public Policy Institute. Los Angeles.
- Stankevich, N., Qureshi, N., and Queiroz, C. 2005. Performance-based Contracting for Preservation and Improvement of Road Assets. *TransportNote TN-27*. The World Bank. Washington, D.C.
- Whyte dan Pham. 2012. *Life Cycle Analysis for Infrastructure Project Pavement Design*. <http://asec2012.conference.net.au/papers/012.pdf>.
- World Bank. 2005. *Sample Bidding Documents-Procurement of Works and Services under Output- and Performance-based Road Contracts and Sample Specifications*.
- World Bank. 2012. Investing in Indonesia's Roads - Improving Efficiency and Closing the Financing Gap. *Road Sector Public Expenditure Review 2012*. Jakarta.
- Zhang, Han. 2009. Sustainable Pavement Asset Management Based on Life Cycle Models and Optimization Methods. *Doctoral Dissertation – University of Michigan*.
- Zietlow, G. 2004. *Implementing Performance-Based Road Management and Maintenance Contract in Developing Countries – An Instrument of German Technical Cooperation*. German Development Cooperation.
- Zietlow, G. 2005a. *Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts - The Latin American and OECD Experiences*. [http://www-esd.worldbank.org/psc\\_resource\\_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/PBRMC-05.pdf](http://www-esd.worldbank.org/psc_resource_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/PBRMC-05.pdf), diakses tanggal 9 September 2011.
- Zietlow, G. 2005b. *Using Micro-Enterprises to Create Local Contracting Capacity - The Latin American Experience*. [http://www-esd.worldbank.org/psc\\_resource\\_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/Zietlow\\_Using\\_Micro-Enterprises\\_2005.pdf](http://www-esd.worldbank.org/psc_resource_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/Zietlow_Using_Micro-Enterprises_2005.pdf), diakses tanggal 9 September 2011.

## **EKSPLORASI KESEDIAAN MEMBAYAR PARKIR MAHASISWA MENGGUNAKAN STATED PREFERENCE SURVEY METHOD**

**Muhamad Rizki**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleit 94, Bandung  
Telp. (022)-2033691  
[muhamadrizkitaki@gmail.com](mailto:muhamadrizkitaki@gmail.com)

**Chrisma Merry Kosakoy**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleit 94, Bandung  
Telp. (022)-2033691  
[chrismamerryk@gmail.com](mailto:chrismamerryk@gmail.com)

**Tri Basuki Joewono**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleit 94, Bandung  
Telp. (022)-2033691  
[vftribas@unpar.ac.id](mailto:vftribas@unpar.ac.id)

### **Abstract**

Fare determination is one of the strategies in transportation management in campus area especially to solve parking problem. This study aims to find the value of the willingness to pay of student for using parking facilities based on parking duration and quality of facilities. Analysis shows that there is significant difference in the average of WTP for different group of parking quality. This study also found that the characteristics of travel and activities influence the value of WTP, where it is not only influenced by economic capability. Student who are young and more active in conducting travel tends to show higher willingness to pay.

**Keywords:** *Transportation Management, Campus, Willingness To Pay, Parking Facility, Parking Duration*

### **Abstrak**

Penentuan tarif adalah salah satu strategi dalam manajemen transportasi kampus khususnya untuk memecahkan permasalahan parkir di lingkungan kampus. Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai kesediaan membayar parkir mahasiswa berdasarkan skenario pengelolaan fasilitas parkir dengan variabel durasi parkir dan kualitas fasilitas parkir. Analisis menunjukkan ada perbedaan yang signifikan pada nilai rata-rata WTP untuk kelompok kualitas fasilitas parkir yang berbeda. Studi ini menemukan bahwa karakteristik perjalanan dan aktivitas mahasiswa mempengaruhi besaran WTP, dimana tidak hanya dipengaruhi kemampuan ekonomi. Mereka yang muda dan lebih aktif melakukan perjalanan cenderung untuk bersedia membayar lebih tinggi.

**Kata Kunci:** *Manajemen Transportasi, Kampus, Kesediaan Membayar, Fasilitas Parkir, Durasi Parkir*

## **PENDAHULUAN**

Kemacetan lalu lintas dan keterbatasan lahan parkir pada area kampus menjadi permasalahan transportasi yang umumnya terjadi akibat pola pergerakan individu pada area kampus (Torr dan Poinsett, 1999; Balsas, 2003). Penerapan *Transportation Demand Management* (TDM) di kampus sangat diperlukan untuk mencegah permasalahan ini bertambah besar. Salah satu strategi untuk solusi masalah keterbatasan lahan parkir dari TDM adalah melalui tarif parkir (VTPI, 2006).

Tarif parkir secara tidak langsung mempengaruhi jumlah kendaraan yang parkir di suatu daerah. Hal ini disebabkan ketika tarif semakin tinggi mengakibatkan permintaan parkir akan menurun, sehingga kemacetan di sekitar kampus dapat dikurangi (Havlick dan Torr, 2002). Pembatasan parkir dan harga adalah dua kebijakan TDM yang paling kuat dan sering digunakan di daerah-daerah padat, seperti pusat bisnis kota dan kampus (Willson, 1995). Salah satu cara penentuan tarif optimum untuk setiap pengguna fasilitas adalah berdasarkan kesediaan membayar (*Willingness to Pay*) (Hanneman, 1991).

Kesediaan membayar merupakan komponen yang sangat dipengaruhi karakteristik setiap individu (McFadden, 1997). Keputusan dalam menentukan kesediaan membayar

dipengaruhi banyak faktor yang sangat berhubungan dengan evaluasi setiap individu untuk mencapai kepuasan (Louviere, 1988). Perilaku individu yang terkadang tidak konsisten menyebabkan tingkat kepuasan tersebut merupakan hal yang bersifat relatif dan sangat kompleks (Hensher, 2009).

Banyak studi yang sudah dilakukan untuk mengetahui kesediaan membayar. Eboli dan Mazzula (2008) membangun model logit untuk mengetahui kesediaan membayar pengguna angkutan umum untuk peningkatan kualitas layanan di Kota Italia. Ortúzar et. al. (2000) membuat studi mengenai aplikasi metode kesediaan membayar dalam menilai variabel eksternal dalam transportasi di Kota Chile. Kebanyakan studi kesediaan membayar berdasarkan tingkat kepuasan dilakukan pada negara berkembang. Pada negara berkembang seperti Indonesia, studi Joewono (2009) membangun model logit dan probit untuk mengetahui kesediaan dan kemampuan membayar untuk pelayanan angkutan publik di Kota Bandung. Setiawan (2005) membahas tentang studi kelayakan pembangunan gedung parkir dan menganalisis kesediaan membayartarif parkir oleh mahasiswa Universitas Kristen Petra Surabaya.

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengkaji pengaruh fasilitas parkir terhadap kesediaan membayar. Lebih jauh lagi studi ini juga bertujuan untuk mendapat informasi mengenai klasifikasi kesediaan membayar berdasarkan karakteristik demografimahasiswa, aktivitas perjalanan mahasiswa, dan fasilitas parkir. Pemahaman tersebut diharapkan menjadi dasar penyusunan manajemen transportasi pada kampus yang lebih tepat.

## **STRATEGI MANAJEMEN TRANSPORTASI KAMPUS**

Transportasi telah menjadi isu yang sangat signifikan di kampus, sekolah, dan banyak kota di seluruh negeri. Kampus memiliki kebutuhan transportasi yang unik karena mengharapkan jumlah transportasi yang stabil sepanjang hari perkuliahan, sedangkan di pusat kota mengharapkan jumlah transportasi yang tinggi selama jam sibuk (Bond dan Steiner, 2006). Penggunaan mobil sebagai moda utama untuk berangkat ke dan dari kampus memiliki efek pada perencanaan penggunaan lahan kampus, persyaratan parkir, hubungan dengan masyarakat, dan kualitas udara.

Peningkatan pergerakan masyarakat yang tidak diimbangi oleh strategi pengaturan transportasi dapat menyebabkan banyak efek negatif seperti kemacetan, polusi, dan penggunaan energi yang tidak efisien. Pendekatan *Transportation Demand Management* (TDM) merupakan salah satu pendekatan yang tepat dilakukan saat keterbatasan lahan terjadi. Strategi TDM untuk transportasi kampus di antaranya adalah manajemen transportasi kampus, fasilitas antar-jemput, dan strategi manajemen parkir. Salah satu dari langkah-langkah ini dapat mempromosikan perubahan yang positif, tetapi ketika digunakan bersama-sama dapat menjadi sangat efektif. Saat ini banyak kampus yang beralih ke program transportasi alternatif untuk memberikan mobilitas bagi siswa dan karyawan (Toor dan Poinssatte, 1999). Salah satu strategi pengaturan transportasi kampus adalah pengaturan tarif parkir.

Tarif parkir dapat menyebabkan berbagai perubahan sistem transportasi, pengurangan kepemilikan kendaraan, perpindahan moda (dari mengemudi menjadi berjalan, bersepeda, *ride sharing*, atau angkutan umum) (VTPI, 2006). Tarif parkir juga berguna untuk mengarahkan biaya dalam penggunaan lahan parkir. Hal ini dapat mencakup parkir di badan jalan, parkir di kampus dan bangunan, serta fasilitas komersial (Manville dan Shoup, 2005). Penentuan tarif parkir dapat ditinjau dari sudut pandang investor dan user. Salah satu

penentuan tarif parkir dari sudut pandang pengguna (*user*) pada manajemen transportasi kampus adalah penentuan tarif berdasarkan kesediaan membayar (*willingness to pay*).

Kesediaan membayar adalah jumlah maksimum yang bersedia dibayar oleh seseorang (Al-Ghuraiz dan Enshassi, 2005). Kesediaan membayar ditujukan untuk mengetahui daya beli konsumen berdasarkan persepsi konsumen. Ada tiga cara untuk mengestimasi nilai kesediaan membayar seseorang, yaitu mengamati besar harga pasaran yang dibayar oleh masyarakat; mengamati pengeluaran uang, waktu, dan tenaga individu untuk menghindari kerugian; dan menanyakan langsung jumlah yang bersedia dibayar untuk layanan dan barang di masa depan (Dinauli, 2001).

Bila diasumsikan bahwa pilihan konsumen dapat mencerminkan preferensinya, maka dimungkinkan untuk membuat kesimpulan berdasarkan perilaku pilihan konsumen atau berdasarkan jawaban preferensi konsumen, misalnya tentang pengembangan pelayanan transportasi (McFadden, 1997). Perilaku individu untuk mengambil keputusan yang tidak konstan membuat penentuan nilai kesediaan membayar merupakan besaran yang relatif dan sangat kompleks (Hensher, 2009). Salah satu pendekatan yang digunakan dalam analisis kesediaan membayar adalah didasarkan pada persepsi pengguna terhadap tarif dari jasa pelayanan sistem transportasi tersebut. Dalam permasalahan transportasi, kesediaan membayar dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah produk yang ditawarkan/disediakan oleh operator jasa pelayanan transportasi, kualitas dan kuantitas pelayanan yang disediakan, utilitas pengguna terhadap layanan tersebut, dan perilaku pengguna (Eboli dan Mazzulla, 2008).

Besaran WTP umumnya sangat berkaitan dengan besaran kemampuan membayar (*ability to pay*). Nilai kesediaan membayar lebih tinggi daripada nilai kemampuan membayar jika keinginan pengguna untuk membayar jasa tersebut lebih besar dari pada kemampuan membayarnya. Hal ini mungkin terjadi bagi pengguna yang mempunyai penghasilan yang relatif rendah, tetapi utilitas terhadap jasa tersebut sangat tinggi, sehingga keinginan pengguna untuk membayar jasa tersebut cenderung lebih dipengaruhi oleh utilitas (Hadi, 2008). Nilai kemampuan membayar seseorang terkadang menjadi sangat tinggi, jika tingkat layanan juga semakin tinggi. Namun untuk masyarakat miskin nilai kemampuan membayar dapat sangat rendah, bahkan untuk tingkatan layanan yang sangat tinggi. Nilai kesediaan membayar seseorang semakin tinggi, jika tingkatan layanan juga semakin tinggi. Nilai kemampuan membayar lebih tinggi dari kesediaan membayar jika kemampuan membayar lebih besar dari pada keinginan membayar jasa tersebut. Ini terjadi bila pengguna mempunyai penghasilan yang relatif tinggi tetapi utilitas terhadap jasa tersebut relatif rendah. Pengguna pada kondisi ini disebut *choice riders* (Joewono, 2009).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan kuesioner berupa menyediakan pertanyaan-pertanyaan hipotetik (*stated preference – referendum contingent valuation, SP-RCV*). Pengaturan atribut skenario fasilitas dan durasi parkir dibuat sesuai dengan kombinasi jumlah level pada tiap atribut. Sistem *orthogonal-array* digunakan untuk membuat kuesioner yang optimum yang terdiri atas kombinasi efektif dari setiap level dan setiap atribut. Dengan level atribut fasilitas berjumlah 3, yaitu sangat lengkap, lengkap, dan tidak lengkap dan level atribut durasi parkir berjumlah 3, yaitu 2 jam, 4 jam, dan 8 jam, maka diperoleh sembilan kombinasi yang dibagi dalam tiga set kuesioner. Skenario dalam kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1.

Dengan menggunakan populasi mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan dan persamaan untuk menentukan ukuran sampel berdasar Israel (1992), maka diperoleh ukuran sampel sebesar 400 yang tersebar pada setiap fakultas (*Cluster Random Sampling*). Sebelum disebarkan, kuesioner perlu diuji terlebih dahulu dengan melakukan *pilot-test* untuk mengetahui kesiapan kuesioner. Penyebaran kuesioner dilakukan pada tanggal 9 November sampai 16 November 2012 sebanyak 406 buah kuesioner.

**Tabel 1.** Pembagian Skenario Situasi Parkir Kuesioner (Kosakoy, 2012)

Nomor Set Skenario	Kolom		
	Durasi Parkir	Kualitas Fasilitas Parkir	Nomor Pertanyaan
1	2 Jam	Sangat Lengkap	1
	4 Jam	Tidak Lengkap	1
	8 Jam	Lengkap	1
2	2 Jam	Lengkap	2
	4 Jam	Sangat Lengkap	2
	8 Jam	Tidak Lengkap	2
3	2 Jam	Tidak Lengkap	3
	4 Jam	Lengkap	3
	8 Jam	Sangat Lengkap	3

Dari hasil penyebaran kuesioner didapatkan bahwa 53% responden adalah pengguna sepeda motor. Mayoritas responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki (63%). Persentase responden dengan uang saku kurang dari 1 juta rupiah adalah sebesar 35% dan diikuti dengan rentang uang saku sebesar 1 juta hingga 1,5 juta rupiah (30%). Mahasiswa yang masuk pada tahun 2009-2010 adalah sebanyak 48%, 2006-2008 sebanyak 28%, dan 2011-2012 sebanyak 24%.

Tabel 2 menunjukkan deskripsi data kesiediaan membayar parkir mahasiswa. Kesiediaan membayar terkecil adalah sebesar 1000 rupiah dan terbesar adalah 20.000 rupiah. Adapun rata-rata dan deviasi standarnya adalah sebesar 3947,41 dan 3288,566. Analisis statistika menunjukkan bahwa kesiediaan membayar parkir mahasiswa adalah berbeda antara pria dan wanita, serta antara pengguna mobil maupun sepeda motor.

**Tabel 2.** Deskripsi Data dan Uji T Kesiediaan Membayar

	<i>Deskripsi Data</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
Kesiediaan Membayar Parkir		1.000	20.000	3947,41	3288,566
	<i>t-statistics</i>	Perbandingan antara Jenis Kelamin		Perbandingan antara Moda	
		-8,421 (0,000)		16,073 (0,000)	

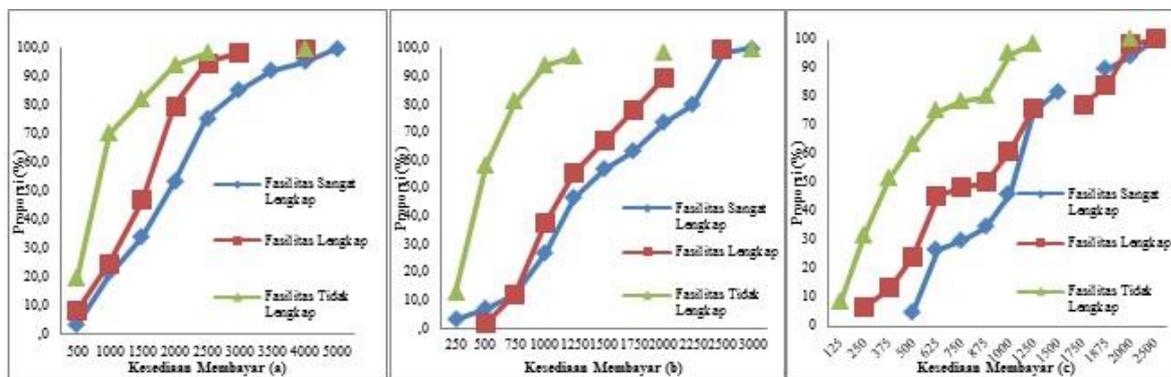
## ANALISIS

### Deskripsi Data

Analisis kesiediaan membayar parkir mahasiswa dibagi berdasarkan moda yang digunakan. Nilai rata-rata WTP oleh pengguna mobil untuk durasi 2 jam untuk fasilitas sangat

lengkap, lengkap, dan tidak lengkap adalah 2625, 2000, dan 1500 rupiah/jam, secara berurutan. Untuk durasi 4 jam pada fasilitas sangat lengkap, lengkap dan tidak lengkap ditemukan rata-rata sebesar 2250, 1750, dan 750 rupiah/jam. Pada durasi 8 jam untuk fasilitas sangat lengkap, lengkap, dan tidak lengkap ditemukan rata-rata sebesar 1500, 1375, dan 720 rupiah/jam. Pada Gambar 1 nampak bahwa semakin baik fasilitas semakin besar kesediaan membayar parkir oleh mahasiswa.

Analisis dilanjutkan dengan melakukan analisis variansi (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan kesediaan membayar parkir berdasarkan kelompok fasilitas parkir. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis variansi nilai kesediaan membayar parkir pengguna mobil. Analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai WTP antar kelompok kualitas fasilitas untuk ketiga durasi parkir. Analisis dilanjutkan dengan post-hoc analysis menggunakan Tukey HSD. Analisis menunjukkan bahwa pada nilai WTP pada penggunaan fasilitas sangat lengkap dan lengkap adalah tidak berbeda, namun berbeda untuk fasilitas sangat tidak lengkap. Hal ini ditemukan pada ketiga tingkat durasi parkir.

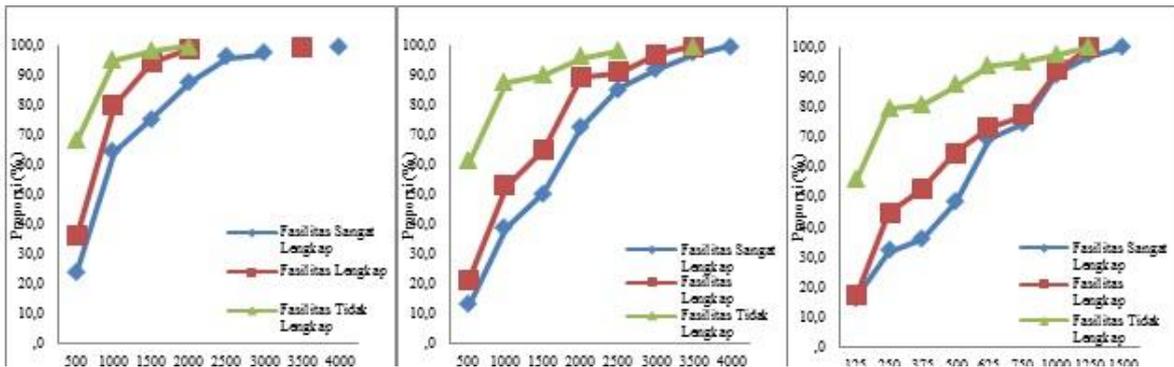


**Gambar 1.** Kesediaan Membayar Parkir Mahasiswa Pengguna Mobil Berdasarkan Kualitas Fasilitas Per-Jam Pada a) Durasi 2 Jam b) Durasi 4 Jam c) Durasi 8 Jam

Analisis kedua adalah analisis kesediaan membayar parkir mahasiswa pengguna sepeda motor. Nilai WTP untuk durasi 2 jam untuk fasilitas sangat lengkap, lengkap, dan tidak lengkap adalah 1625, 1000, dan 1000 rupiah/jam. Untuk durasi 4 jam pada fasilitas sangat lengkap, lengkap dan tidak lengkap ditemukan WTP sebesar 1250, 1000, dan 500 rupiah/jam, sedangkan pada durasi 8 jam diperoleh WTP sebesar 820, 750, dan 250 rupiah/jam. Grafik kesediaan membayar parkir mahasiswa pengguna sepeda motor berdasarkan kualitas parkir per-jam ditampilkan pada Gambar 3.

**Tabel 3.** Hasil ANOVA nilai WTP Parkir Mahasiswa Pengguna Mobil Pribadi Per-Jam

Durasi Parkir	Levene		ANOVA		Tukey HSD		
	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	Kelompok Kualitas Fasilitas			
				Sangat Lengkap	Lengkap	Tidak Lengkap	
2 jam	0,012	20,983	0,000	<u>2074,47</u>	<u>1741,67</u>	1194,03	
4 Jam	0,000	47,863	0,000	<u>1587,50</u>	<u>1425,37</u>	677,42	
8 Jam	0,000	27,025	0,000	<u>1188,43</u>	<u>1040,32</u>	539,58	



**Gambar 3.** Kesiediaan Membayar Parkir Mahasiswa Pengguna Sepeda Motor Berdasarkan Kualitas Fasilitas Per-Jam Pada a) Durasi 2 Jam b) Durasi 4 Jam c) Durasi 8 Jam

Selanjutnya dilanjutkan analisis variansi untuk mengetahui perbedaan kesiediaan membayar parkir berdasarkan fasilitas parkir. Tabel 4 menunjukkan bahwa ada perbedaan rata-rata WTP pada ketiga kelompok kualitas fasilitas parkir. Hal ini ditemukan pada ketiga durasi parkir. Analisis dilanjutkan dengan menggunakan Tukey-HSD. Analisis menunjukkan bahwa tidak ada beda signifikan pada nilai rata-rata WTP untuk fasilitas sangat lengkap dan lengkap pada kelompok durasi 4 dan 8 jam. Namun pada kelompok durasi parkir 4 dan 8 jam, nilai WTP berbeda signifikan dengan dua kelompok lainnya dan nilai ini adalah yang terkecil. Pada kelompok durasi parkir 2 jam, maka dapat diketahui bahwa kualitas fasilitas parkir memberi perbedaan nilai rata-rata WTP, dimana semakin baik fasilitas maka semakin tinggi nilai WTP yang ditunjukkan mahasiswa.

**Tabel 4.** Hasil ANOVA Kesiediaan Membayar Parkir Mahasiswa Pengguna Sepeda Motor Per-Jam

Durasi Parkir	Levene	ANOVA		Tukey HSD		
	<i>p-value</i>	F	<i>p-value</i>	Kelompok Kualitas Fasilitas		
				Sangat Lengkap	Lengkap	Tidak Lengkap
2 jam	0,000	19,052	0,000	<u>1279,22</u>	<u>961,04</u>	<u>689,39</u>
4 Jam	0,000	23,875	0,000	<u>899,35</u>	<u>715,91</u>	422,30
8 Jam	0,000	17,932	0,000	<u>590,91</u>	<u>511,82</u>	274,35

## ANALISIS DISKRIMINAN

Analisis dilanjutkan dengan mengklasifikasikan kesiediaan membayar berdasarkan karakteristik demografi, aktivitas perjalanan, dan karakteristik parkir mahasiswa. Klasifikasi kesiediaan membayar dibagi berdasarkan moda kendaraan yang dipakai, yaitu mobil dan sepeda motor. Tabel 5 menunjukkan hasil analisis klasifikasi berupa analisis diskriminan. Nilai statistik yang digunakan untuk menunjukkan kualitas analisis diskriminan ini dapat dilihat dari nilai korelasi canonical di setiap fungsi. Model dapat menjelaskan 43% variasi kesiediaan membayar pada grup pengguna mobil dan 32% pada pengguna sepeda motor. Selain itu dapat dilihat bahwa nilai kesesuaian klasifikasi pada kedua model menunjukkan nilai lebih dari 60%. Syarat validasi model ditunjukkan pada nilai signifikansi uji *Box-M*. Hipotesis null bahwa WTP tidak saling berhubungan antar grup dapat ditolak karena nilai signifikansi yang lebih kecil dari syarat 5%. Berdasar

uji tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antar grup variabel WTP untuk kedua kelompok moda yang digunakan.

Kesediaan membayar parkir pada mahasiswa pengguna mobil dibagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu rendah (0-3000 IDR), menengah (3000-6000 IDR), dan tinggi (lebih dari 6000). Analisis menunjukkan bahwa mahasiswa yang mempunyai WTP rendah dicirikan oleh tahun masuk antara 2006 hingga 2008, mahasiswa dengan uang saku kurang dari 1 juta rupiah, mengunjungi kampus satu kali perhari, cenderung memilih parkir berfasilitas tidak lengkap, dan parkir selama 2 jam. Adapun kelompok mahasiswa dengan WTP rendah dicirikan oleh mahasiswa yang tiga kali melakukan perjalanan per hari dan memilih kualitas parkir yang lengkap. Kelompok mahasiswa yang bersedia membayar tinggi adalah mahasiswa yang berusia kurang dari 20 tahun, tahun masuknya adalah 2011-2012, jumlah perjalanan mahasiswa per harinya adalah lebih dari tiga kali, cenderung memilih fasilitas parkir sangat lengkap, dan memarkir kendaraannya 8 jam.

**Tabel 5.** Analisis Diskriminan Kesediaan Membayar Parkir Mahasiswa

Variables	Mobil			p- valu e	Sepeda Motor			p- valu e
	Dependent Variable Group				Dependent Variable Group			
	Means				Means			
	0-2000	2000-6000	>6000		0-2000	2000-4000	>4000	
Usia mahasiswa < 20 tahun [D]	0,187	0,244	0,270	0,237	0,139	0,197	0,342	0,000
Usia mahasiswa > 21 tahun [D]					0,395	0,369	0,243	0,013
Tahun masuk mahasiswa 2006-2008 [D]	0,245	0,218	0,112	0,007	0,404	0,344	0,207	0,001
Tahun masuk mahasiswa 2011-2012 [D]	0,201	0,273	0,362	0,009	0,165	0,189	0,360	0,000
Uang saku mahasiswa < 1 juta rupiah [D]	0,345	0,236	0,197	0,010	0,450	0,434	0,369	0,316
Mahasiswa pria [D]					0,871	0,754	0,703	0,000
Jumlah kunjungan ke kampus perhari = 1 [D]	0,676	0,662	0,566	0,083	0,629	0,648	0,514	0,058
Jumlah perjalanan perhari = 2 [D]					0,531	0,426	0,261	0,000
Jumlah perjalanan perhari = 3 [D]	0,245	0,273	0,171	0,061	0,225	0,320	0,315	0,035
Jumlah perjalanan per hari >3 [D]	0,288	0,236	0,414	0,001	0,244	0,254	0,423	0,001
Kualitas parkir sangat lengkap [D]	0,122	0,327	0,533	0,000	0,237	0,443	0,577	0,000
Kualitas parkir lengkap [D]	0,144	0,415	0,362	0,000	0,311	0,434	0,306	0,031
Kualitas parkir tidak lengkap [D]	0,734	0,258	0,105	0,000	0,452	0,123	0,117	0,000
Durasi parkir = 2 jam [D]	0,540	0,375	0,072	0,001	0,414	0,279	0,090	0,000
Durasi parkir = 4 jam [D]				0,00	0,311	0,459	0,279	0,00

Variables	Mobil			p- valu e	Sepeda Motor			p- valu e
	Dependent Variable Group Means				Dependent Variable Group Means			
	0-2000	2000-6000	>6000		0-2000	2000-4000	>4000	
Durasi parkir = 8 jam [D]	0,165	0,269	0,605	0,000	0,275	0,262	0,631	0,000
Box's M [F;df1;df2;p-value]	317,608 [2,333; 132; 521700,427; 0,000]				409,789 [1,801; 680; 1123111,786; 0,000]			
Canonical Corelation [F1; F2]	[0,658; 0,280]				[0,563; 0,242]			
Original Group & Cross Validated Cases Correctly Classified	[65,2%; 64,0%]				[70,4%; 68,7%]			

D = 1 jika ya dan 0 jika lainnya

Analisis yang sama dilakukan pada pengguna sepeda motor. Adapun klasifikasi yang digunakan adalah kelompok WTP rendah (0-2000IDR), WTP menengah (2000-4000 IDR), dan WTP tinggi (lebih atau sama dengan 4000 IDR). Mahasiswa yang memiliki WTP rendah adalah mereka yang berusia lebih dari 21 tahun, tahun masuknya antara 2006 hingga 2008, uang saku kurang dari 1 juta rupiah, mahasiswa pria, melakukan dua kali perjalanan per hari, memilih parkir dengan kualitas tidak lengkap, dan durasi parkir 2 jam. Kelompok WTP menengah dicirikan oleh mahasiswa dengan kunjungan ke kampus satu kali, tiga kali melakukan perjalanan per hari, memilih parkir berkualitas lengkap, dan parkir selama 4 jam. Adapun kelompok WTP tinggi cenderung dipilih oleh mahasiswa dengan ciri berusia kurang dari 20 tahun, tahun masuknya antara 2011-2012, jumlah perjalanan per hari-nya adalah lebih dari 3, memilih kualitas parkir sangat lengkap, dan durasi parkirnya 8jam.

Dari kedua analisis tersebut nampak bahwa ada kesamaan ciri dari masing-masing kelompok mahasiswa yang menyatakan besaran WTPnya, antara pengguna sepeda motor maupun pengguna mobil. Mereka yang muda dan melakukan perjalanan lebih aktif cenderung untuk bersedia membayar lebih tinggi. Studi ini menunjukkan besaran WTP dipengaruhi oleh karakteristik perjalanan dan aktivitas mahasiswa, dimana tidak semata-mata ditentukan oleh kemampuan ekonomi.

## KESIMPULAN

Studi ini mencoba mengisi celah penelitian tentang kemungkinan skenario pengendalian parkir di lingkungan kampus. Salah satu skenario yang dirancang adalah penerapan besaran tarif yang disesuaikan dengan kualitas fasilitas dan durasi parkir. Studi ini dilakukan dengan mempelajari kesediaan membayar mahasiswa saat dihadapkan pada pilihan hipotetik tentang kualitas dan durasi parkir menggunakan pertanyaan *stated preference*.

Analisis mengkonfirmasi bahwa mahasiswa juga mempertimbangkan kualitas fasilitas dan durasi menentukan besaran kesediaan membayar saat menggunakan fasilitas parkir. Selain itu, studi ini menemukan bahwa karakteristik demografi mahasiswa seperti usia, tahun masuk, pendapatan, dan jenis kelamin juga mempengaruhi kesediaan membayar. Hal

menarik ditemukan bahwa mahasiswa baru atau yang lebih cenderung memiliki kesediaan membayar parkir lebih besar dibandingkan mahasiswa yang lebih senior. Selain itu, jumlah perjalanan mahasiswa juga ditemukan mempengaruhi kesediaan membayar, dimana mereka yang lebih aktif melakukan perjalanan cenderung bersedia membayar lebih mahal.

Dapat disimpulkan bahwa studi ini menemukan informasi tambahan, yaitu pengaruh karakteristik perjalanan dan aktivitas mahasiswa terhadap besaran kesediaan membayar. Selama ini fokus perhatian terhadap kesediaan membayar adalah kemampuan ekonomi dan karakteristik personal.

Dengan temuan ini maka dapat disampaikan bahwa penerapan kebijakan pengelolaan permintaan perjalanan tidak dapat dilepaskan dari informasi mengenai karakteristik perjalanan dan aktivitas penggunaannya. Hal ini melengkapi informasi tentang kemampuan ekonomi dan karakteristik personal. Kebijakan yang disusun diharapkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik perjalanan pelakunya, termasuk mahasiswa di lingkungan kampus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghwaiz, Y., Enshassi, A., (2005) "Ability and Willingness to Pay for water supply service in the Gaza Strip", *Building and Environment*, 40, 1093-1102
- Balsas, C. J., (2003) "Sustainable Transportation Planning on College Campus", *Journal of Transport Policy* 10, 35-49
- Bond, A, dan Steiner, R. L., (2006) "Sustainable Campus Transportation through Transit Partnership and Transportation Demand Management: A Case Study from the University of Florida", *Berkeley Planning Journal*, Vol.19, 126
- Dinauli, H., (2001), "Analisis Ability to Pay dan Willingness to Pay Tarif Angkutan Kota", Studi Kasus: Kotamadya Medan, Tesis Magister. ITB Central Library, Bandung.
- Eboli, L., dan Mazzulla, G., (2008), "Willingness to Pay of Public Transport Users for Improvement in Service Quality", *European Transport No. 38*: 107-118.
- Hadi, Y., (2008), "Analisis Keterjangkauan Daya beli Masyarakat Terhadap Tarif Bersih (PDAM) Kota Malang: Studi Kasus perumahan Sarwojajar", (<http://eprints.undip.ac.id/5263/1/Hadi.pdf>. diakses tanggal 29 Desember 2012)
- Hanemann, W.M., (1991), "Willingness to Pay and Willingness to Accept: How Much Can They Differ?." *The American Economic Review*, 635-647.
- Havlick, S. dan Toor, W., (2002) "Campus Transportation Challenges", University of Colorado Environmental Center, Boulder, CO.
- Hensher, D.A., (2010)., "Hypothetical Bias, Choice Experiments and Willingness to Pay." *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol 44.6, 735-75
- Joewono, T. B., (2009) "Exploring the Willingness and Ability to Pay for Paratransit" *Journal of Public Transportation*, Vol.12 No.2, 85-103.
- Kosakoy, C.M., (2012), "Kesediaan Membayar Parkir Oleh Mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan", Skripsi Untuk Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan
- Louviere, J.J., (1988)., "Conjoint Analysis Modelling of Stated Preferences: A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity." *Journal of Transport Economics and Policy*, 93-119.

- McFadden, D., (1997) "Measuring willingness-to-pay for transportation improvements", University of California, Berkeley, CA.
- Manville, M. dan Shoup, D., (2005) "People, Parking, and Cities", *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 131, No. 4, 233-245.
- Ortúzar, J.D., Luis, A.C., and Huw, C.W.L., (2000), "Application of Willingness-to-Pay Methods to Value Transport Externalities in Less Developed Countries." *Environment and Planning*, Vol A 32, 2007-2018.
- Toor, W., dan Poinsett, F., (1999) "Finding a New Way: Campus Transportation for 21<sup>st</sup> Century", University of Colorado Environmental center and Colorado Office of Energy Conservation, Boulder, CO.
- VTPI (Victoria Transport Policy Institute), (2006) "Parking Pricing, (Online), (<http://www.vtpi.org/tm/tm5.htm>, diakses 20 Juni 2012)
- Willson, R., (1995) "Suburban parking requirements: A tacit policy for automobile use and sprawl", *Journal of the American Planning Association* 61 (1) , 29-42.

## SUPPLY AND DEMAND CARRYING CAPACITY IN DEVELOPING PARK AND RIDE SCHEME IN EAST CORRIDOR OF BANDUNG CITY (CILEUNYI DISTRICT AND ITS SURROUNDING)

**Miming Miharja**

Professor

Department of Urban and Regional Planning, School of Architecture, Planning and Development Policy (SAPPK) Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
[mimiharja@yahoo.com](mailto:mimiharja@yahoo.com);

**Handini Pradhitasari**

Assistant

Regional and Urban Infrastructure System research Group, Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
085724824292  
[Handini.p@gmail.com](mailto:Handini.p@gmail.com)

**Marselly Dwiputri**

Assistant

Regional and Urban Infrastructure System research Group, Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
[marselly\\_dwiputri@yahoo.com](mailto:marselly_dwiputri@yahoo.com)

### Abstract

Bandung strategic position causes an interdependences of its surrounding the cities, including Cileunyi District which triggers suburbanization and commuting activity. Vast movement from the commuters needs to be comprised without enlarging supply by transportation demand management (TDM) scheme. TDM concept proposed in this study is a park and ride scheme using the shuttle bus modes. In this paper, we examine both demand and supply carrying capacity through a descriptive exploratory method. Carrying capacity identified by the willingness of potential users to pay for the facilities. The willingness of users to pay parking fees is about Rp. 5,001 - 10.000, while the willingness to pay the bus fare is in the range of Rp. 3,000 to 5,000 . Carrying capacity from the supply side is the availability of parking, terminal, and sufficient road network to carried four route of shuttle bus.

*Keywords: parking lot, route, shuttle bus, tariff, willingness to pay (WTP)*

### Abstrak

Posisi Kota Bandung yang strategis menyebabkan tingginya ketergantungan wilayah di sekitarnya terhadap kota ini, termasuk Kecamatan Cileunyi yang memicu suburbanisasi dan aktivitas komuting. Pergerakan komuter yang sangat tinggi perlu diwadahi melalui suatu skema pengelolaan permintaan transportasi (TDM) Konsep TDM yang diusulkan dalam studi ini adalah skema park and ride menggunakan moda shuttle bus.. Metode analisis yang digunakan dalam analisis ini adalah deskriptif eksploratif untuk mengidentifikasi daya dukung supply dan demand. Daya dukung dari sisi demand diidentifikasi dengan kesediaan calon pengguna untuk membayar fasilitas pendukungnya. Kesediaan membayar pengguna baik untuk tarif parkir adalah sekitar Rp. 5.001-Rp.10.000, sedangkan kesediaan membayar bus adalah pada rentang tarif Rp. 3.000-Rp.5.000. Daya dukung dari sisi supply adalah ketersediaan lahan parkir, terminal juga jaringan jalan yang akan dilalui oleh empat rute moda bus.

*Kata Kunci: lahan parkir, moda bus, rute, tarif, willingness to pay (WTP)*

## INTRODUCTION

The rapid population growth impacts significantly to demand for housing and spaces for work and school. On the other side, supply for land is getting limited with a high prices which eventually rises the suburbanization phenomenon. According to Ptacek and Szczyrba (2007), suburbanization is a spatial overflow outside the city limits to open a new land for various activities. Suburbanization has two forms, commercial and residential within a regular form (smart growth) or irregular (urban sprawl). Phenomenon that occurs due to the spillover effects of Bandung to the surrounding area will create new problems when it is unplanned (sprawl). The rapid settlement construction without supporting infrastructure in suburbs implies to commuting activity.

Bandung City as the core of Bandung Metropolitan Area (BMA) is expected to have a highly internal flow which is triggered from suburbs surround Bandung, such as Bandung Regency, Cimahi City, and West Bandung Regency. One of the area that is projected to have such an impact to Bandung City is Cileunyi District. The district located at the eastern side of Bandung City and connected with education area such as universities and other higher education facilities in Jatinangor, Sumedang Regency. Cileunyi also has a significant impact to regional transport since there is a toll road access that shortens distance and eases access to some parts of Bandung City, as well as other regencies.

The number of commuter from Cileunyi District is expected to keep increasing. Hence, it arises a necessity for a mass rapid transit system to serve BMA. Park and ride scheme with shuttle buses as a mode of public transportation Cileunyi-Bandung proposed in this study can be used to support the plan and are expected to reduce the negative impact caused by the traffic problem. To determine the extent to which the park and ride is doable, this study will identify carrying capacity from supply and demand perspectives.

From the demand perspective, the support for park and ride scheme would cover the potential users' willingness to use the proposed park and ride scheme, which is emphasized into their route trip, willingness to pay and order of priority for each facilities. The input from demand side will be matched with supply side, covering the availability of land for parking lot, road network and bus routes.

In general, this study is examined doability of park and ride on the eastern corridor of Bandung City as a periurban and home of commuters. The identified carrying capacity would direct to an initial findings to conduct park and ride scheme, such as supporting system, obstacles, and impediments. Furthermore, this study will lead to policies, incentives and disincentives to support park and ride as an alternative solution in reducing traffic volume in Bandung City.

## **LITERATURE REVIEW**

Transport Demand Management (TDM) is an application to the extent of strategies which oriented to reduce or modify demand for transport system. TDM intends not to solve the problem comprehensively. It focuses on shifting demand rather than increasing the supply, to enhance the efficiency of transport system. TDM strategies have various types, it is intended to modify behavior of road user by reducing number of trip, changing time to trip or accommodating a less trip. TDM assists in forming a balanced transport system by lowering dependencies to private cars. According to Meyer (1999), TDM is a set of action aimed to affecting travel behavior by using alternatives of mobility and decreasing the traffic. TDM is also defined as a paying used to described various action to reduce or modify demand to service and transport facilities (Gifford dan Stalebrink, 2001). One of the emerging concept of TDM is park and ride scheme. It is useful to pursuing public transit utilization and reducing traffic load in the downtown.

One of the various strategies to make people's movement being more efficient is public transport utilization (Putranto, 2008). It is regarded as a traffic management scheme to control inefficient traffic (Larasati, 2012). Hence, it should be triggered by several efforts, one of them is park and ride scheme. Park and ride is a TDM concept by attracting demand of private car to shift into mass public transit and providing a parking incentive. According to its terminology, park and ride would be a benefit for commuters who work in the downtown and live in the suburbs, because they don't have to look for parking lot and

facing traffic jam in the city center. In addition, park and ride will increase the ridership of public transit .

Parking lot facility connects to public transit must be feasible to be reached and safety, so that people could leave their vehicles and continuing their trip by provided public transit (such as bus, train) or carpool. Underlying concept of carpooling is to store the vehicles by the time people started their activities and taken aback after finishing their activities. Park and ride usually located on the edge of the city or in transportation nodes, such as terminal and station. In terms of park and ride scheme, parking lot is an important element since it is a transshipment point before people shift to other modes. Thus, parking lot's level of service has to be prioritized so that parking lot will be suitable. Level of service for parking lot divided into five categories, amenity, security, affordability (price), accessibility, and availability of space. Besides parking lot, other main component of park and ride is shuttle bus. Similar to parking lot, there are several categories to determining the bus' service priority; amenities, security, price, safety, and reliability. The order of priority was obtained from the previous study of Larasati in 2012. Based on this study, it is conclude that order of priority must be fulfilled as a basic requirement to design park and ride facilities. Furthermore, a sufficient and reliable facility will encourage people to shift from private car to public transit.

## **METHODOLOGY**

Data collection is carried out in two stages; primary survey and secondary survey. Primary survey is conducted by field observation, traffic counting and spreading questionnaires. Field observation is conducted in arterial or connecting roads between Bandung and Cileunyi, including toll road access of Cileunyi – Bandung (Pasteur, Buah Batu, Pasir Koja, Moch Toha dan Kopo). Traffic counting is conducted during road observation for two hours, by assuming that the peak hour is held at 06.30 – 08.30. Second assumption is considering similarity of commuters' pattern, so we could obtain number of private cars from Cileunyi to Bandung. By traffic counting, it is recorded that there were 5008 cars. It is assumed that by 85% of which are commuters, so there were 4257 vehicles moved to Bandung.

Number of vehicles to Bandung is converted by the occupancy rate of private car as of 1.5 pcu so that estimated number of people moving to Bandung is 6385 person. This number will be a basis to figure the sampe of questionnaire to the commuters in Bandung – Cileunyi corridor. A minimum sampling is set at 90% degree of confidence. Using the formula of Slovin, thus the obtained sampling number is 98 questionnaires.

$$n = \frac{N}{N \alpha^2 + 1} \quad (1)$$

n = number of sample

N = number of population

$\alpha$  = significant, 10%

Purposive sampling technique, which is determined based on certain criteria (Sangadji & Sopiah, 2010) was used in distributing questionnaires. The object of the questionnaire is people who travels from Cileunyi to Bandung on weekdays using private cars. Questionnaire that distributed to the respondents contained several questions in order to identify social and economy characteristics, trip destination and purpose, priority of

parking and bus facilities and their willingness to pay. Questions that being asked are covering the issues of monthly income, transportation expenses, vehicle ownerships, trip purpose (school, work, social), trip routes, willingness to use the facilities, willingness to pay for the tariff and priorities for each facilities.

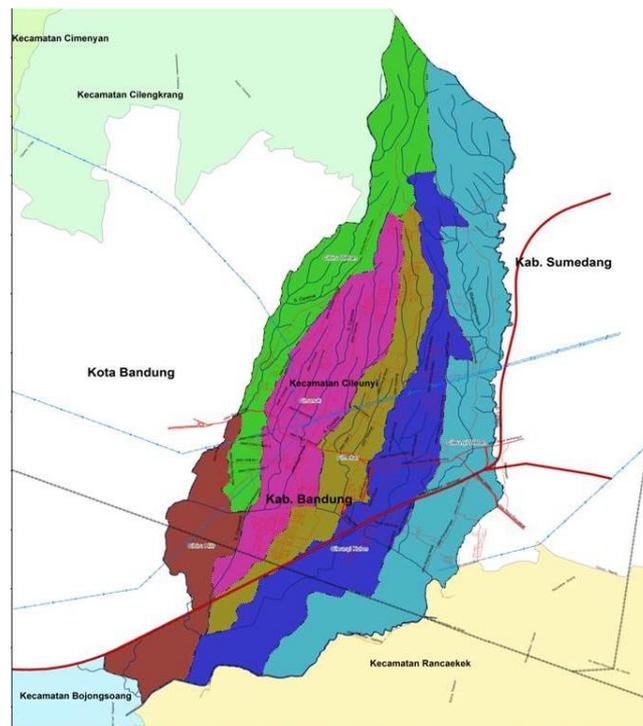
The conditional questions were asked regarding to explain the concept of park and ride, in terms of whether they are willing to park their car and pay for the parking rent, then how much is the suitable tariff. The other question is whether they are willing to utilize bus to continue their trip, and what are criteria that should be fulfilled to provide parking lot and shuttle bus. To get use into park and ride concept, respondents were also triggered by several introduction questions deal with home based movement (route and destination) to Bandung City.

Analysis of potential support, constraint, benefit and disadvantage of park and ride development in commuter corridor of Cileunyi – Bandung is utilizing a descriptive explorative method based on questionnaires' tabulation. This method tries to describe and interpret objects naturally (Creswell, 2004 in Larassati, 2012). The description is intended to answering a research question in form of identification socio-economic characteristics of the trip maker and potential user, while explorative method is a tool that is trying to find causalities from an event (Dane, 2000 in Sangadji & Sopiah, 2010). Statistical tools used to explain the survey tabulation data are: tables, distribution frequencies and pie charts.

To strengthen the analysis result, this research also used the ex-ante evaluation. Ex – ante evaluation is an evaluation covering the premises value and prospective features which conducted before the actions occurred (Dunn, 2000). This evaluation refers to three effectivity criteria, namely effectivity, responsiveness and adequacy, but in this paper, the evaluation will only cover the responsiveness term. The responsiveness term concerns on how far the proposed scheme could satisfy demand or user preferences, which measured by respondents' willingness indicator in using park and ride scheme.

## **AREA OF STUDY**

Cileunyi is a part of Bandung Regency which located strategically by the national toll road of Purbaleunyi (Purwakarta-Bandung-Cileunyi). Besides, Cileunyi is an important connector between national center of activity (PKN) in Bandung and center of education area in Jatinangor (Sumedang Regency). Cileunyi has an area of 31,47 km<sup>2</sup> and consists of five villages: Desa Hilir, Desa Cibiru Wetan, Desa Cileunyi Kulon, Desa Cileunyi Wetan, Desa Cimekar, dan Desa Cinunuk.



Administratton Map of Cileunyi District

Source: RDTR Cileunyi 2011

Cileunyi adjacents to Sumedang Regency in the north and east side, Rencaekek District of Bandung Regency on the south side and adjacents to Bandung City on the east side. By a regional perspective, Cileunyi is a buffer area of Bandung City which carried the needs of commuters in term of supply for housing. Looking at perspective of traffic and transportation, Cileunyi is an assembly point of vehicles from north (Tasikmalaya and Garut), and from the east (Sumedang-Cirebon).

## ANALYSIS

### Demand Analysis

There were several results regarding to the demand and supply carrying capacity in using park and ride scheme. It is revealed that most of commuters are disposed to use park and ride facilities. There were 77% respondents who agreed to use parking lot and 82% of total 98 respondents agreed to use shuttle bus. Generally, there were more people who demands shuttle bus than use parking lot. The next step is to determine specification or criteria of parking lot and shuttle bus services; aspect of priorities, including expected charge and fare to meet their willingness and ability. Level of public transport services should be made as much as possible to match level of private vehicles, so that public transport could be effectively used by the public. From the survey and data processing, it is revealed that security is the most important aspect in parking lot provision, while safety is the main aspect for shuttle bus (transport mode).

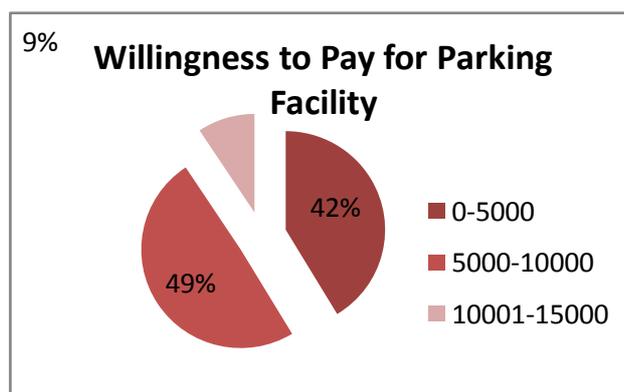
**Table 1** Order of Parking Service Priorities

Priority	Parking Lot Order of Priority				
	Amenity	Security	Price	Access	Parking Lot Availability
1	32.47%	35.06%	7.79%	15.58%	9.09%
2	25.97%	32.47%	6.49%	18.18%	16.88%
3	19.48%	20.78%	29.87%	16.88%	12.99%
4	10.39%	6.49%	23.38%	44.16%	15.58%
5	11.69%	5.19%	32.47%	5.19%	45.45%

Source: survey tabulation, 2013

Safety is the main priority for parking lot facility, as being the first and second in order. This should be handled by a sufficient security system by using CCTV's or security person. The other aspect to be considered is affordability or price. A parking charge should be affordable for people who will store their vehicle, since they have to spare more for bus riding. Accessibility being the fourth priority, means that parking lot should be easy to reached by modes from all direction. Last priority is availability of parking lot. Hence, there has to be a sufficient space and accessible to store all vehicles.

Price or tariff is one of the most important factors that affect people's willingness to use a facility, the less the price, the more people willing to use. In this study, values of tariff (willingness to pay – WTP) is obtained by using a tariff benchmark from several office or commercial buildings. The range of WTP was adjusted to their transport expenses. To encourage users, the price should be less than a usual parking lot, considering they have to connect their trip by using bus, which implies another expenses for daily transport. Nevertheless, questionnaire tabulation shows that the price is not the first priority, but the third priority after security and amenity. The result implies that price is not the biggest constraint to use park and ride, because they believe that the price will be comparable with the service provided.



**Figure 1** Willingness to Pay for Parking Facility

Source : survey tabulation, 2013

From the figure 1, it's inferred that the user charge has to be proportional. In other words, the price to pay for the facility should not exceed cost of using private car. The survey resulted in 49% of respondents are will to pay Rp. 5,000 – Rp.10,000, followed by less

than 5,000 and least respondents will to pay more than Rp. 10,000. Thus, the proposed charged for the parking facility is between 5,000 – 10,000 considering the safety and practicability when storing their vehicles.

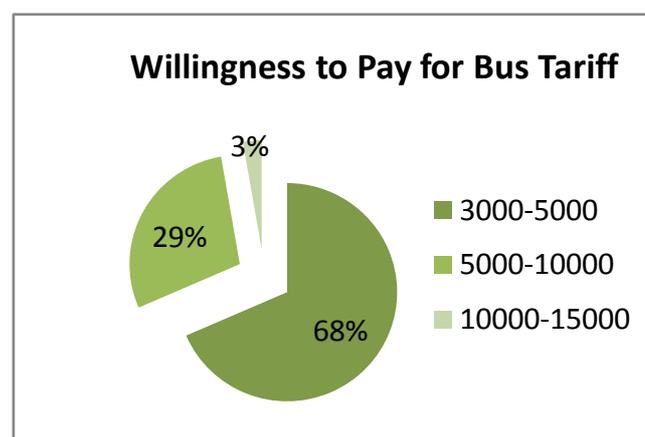
**Tabel 2** Order of Shuttle Bus Service Priorities

Priority	Order of Shuttle Bus Service Priorities				
	Amenity	Security	Price	Safety	Reliability
<b>1</b>	58.54%	9.76%	7.32%	13.41%	10.98%
<b>2</b>	21.95%	42.68%	12.20%	10.98%	12.20%
<b>3</b>	12.20%	23.17%	26.83%	23.17%	14.63%
<b>4</b>	3.66%	15.85%	14.63%	45.12%	20.73%
<b>5</b>	3.66%	8.54%	39.02%	7.32%	41.46%

Source: survey tabulation, 2013

First priority in shuttle bus service is amenity or comfortability. The terms of comfortability in public transport is not has to be precise with private car, but it can be created as comfort as possible so that people will be able to move from private car to public transit. The second priority is security, followed by affordability (price), safety and reliability. The price is not being emphasized by respondents, since they will pay as much as they able as long as the service quality meets their expectation, but this hypothesis is not fully suitable with survey result.

Respondents in Cileunyi District suggested a less shuttle bus tariff than the parking lot. In fact, they recommend the least out of three proposed tariff. Most of respondent (68%) chose tariff betweenRp. 3,000 – 5,000, followed by Rp. 5,000 – 10,000 by 29% and only 3% of respondent will to pay more than Rp. 10,000 – 15,000.



**Figure 2** Willingness to Pay for Shuttle Bus

Source : primary survey, 2013

The suggested tariff is affordable for user but could not cover the operational cost. Hence, government should interfere with subsidy to ensuring a service quality and affordable price at the same time. This is an ordinary scheme in big cities, such as Jakarta. Mass transport

such as Trans Jakarta is supported with set of institution to manage operation while financial scheme is guaranteed by Provincial Government.

### **Supply Analysis**

Supply side analysis is very important regarding to the operational phase and sustainability of park and ride scheme. It comprises the use of facilities such as terminal/parking lot and bus route. Terminal or parking lot will be utilized to store the vehicles by then users will continue their trip by shuttle bus to their destination in Bandung City. There were several proposed terminal location, as well as bus routes.

#### **1. Terminal and Parking Lot**

Terminal placement is very important while considering aspects such as security and land availability. A proposed terminal has been pointed, namely Cileunyi Terminal. Cileunyi Terminal is a “B” type terminal adjacent to the Cileunyi market which serves intercities public modes. It is very spacious and accessible. Combine with availability land on the Cileunyi market, there will be a lot of parking space and suitable for proposed park and ride scheme.



**Figure 4** Cileunyi Terminal

Source: observation, 2013



**Figure 5** Cileunyi Market

Source: observation, 2013

#### **2. Bus Route Alternative**

Besides terminal and parking lot, other aspect that determines people’s willingness to use public transit is bus route. People are tend to use public transit but hampered with the availability route that suits their destinations. Thus, determining route must be conducted integratedly with passengers’ need, road network condition and sufficiency. In this study, route selection was held to proposed bus network plan by considering road’s condition and suitability in terms of width and functions.

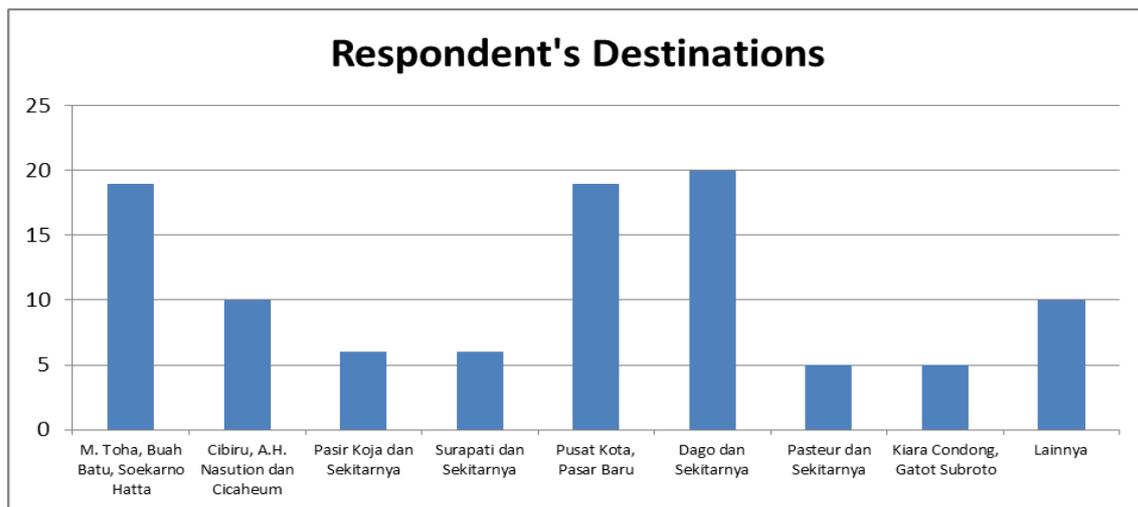


Figure 6 Respondent's Destinations from Cileunyi to Bandung City

Source: primary survey, 2013

There were three main destinations in Bandung City; Dago and its surrounding, Downtown (Alun – Alun, Pasar Baru) and Buah Batu – Soekarno – Hatta. Besides, there were also some strategical points for economic activities such as Cicaheum (terminal), Pasteur, Kiara Condong (market, station) and Surapati.

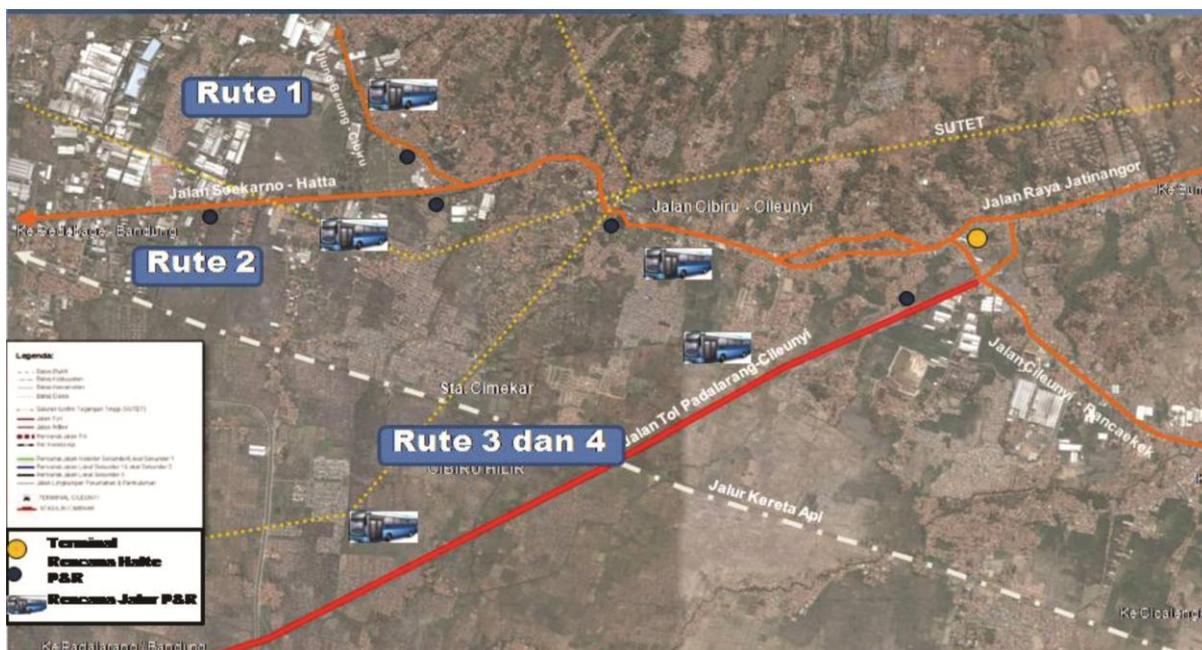


Figure 7 Proposed Bus Routes

Source: analysis, 2013



**Figure 8** Public Bus Enroute From Cileunyi to Bandung City

Source: observation, 2013

To accommodate the potential users' trip, there are four proposed routes enclosed to their destinations:

1. Cileunyi – Cibiru – Ujungberung – AH. Nasution – Cicaheum
2. Cileunyi – Soekarno Hatta – Gedebage – Moh Toha – Cicaheum
3. Cileunyi – Tol Pasteur – Dago – Surapati –PHH Mustofa
4. Cileunyi – Tol Purbaleunyi – Jl. Buahbatu – Alun-alun – Asia Afrika-Pasarbaru

Four bus routes are proposed by considering majority of preference locations, suitability of existing road. The existing road network to carried bus should be in good condition and categorized as collector or arterial road. The arterial and collector road must have 6 meter width so that buses not going to burden the existing traffic any further. Supply also came in form of availability of shuttle bus. By now, transport from Bandung to Cileunyi and so forth also been served by several shuttle buses and travel cars for public. These modes could be possibly managed to encourage park and ride scheme, with some subsidies to set an affordable price with reliable service.

## CONCLUSION

Proposed park and ride scheme has got a positive respond from potential user in east corridor of Bandung (Cileunyi). Demand side potential is shown by the willingness of people to use park and ride facilities. There were 77% of respondent who are agree with the parking concept and willing to use the parking lot, while 82% of respondent are agree to use shuttle bus. The parking lot has to meet security criteria, while shuttle bus should be comfortable to meet users' demand. People's willingness to pay for the parking charge is at Rp. 5,000 – 10,000 and their willingness to pay for the bus fare ranged from Rp. 3,000 to Rp. 5,000. A low willingness to pay for the bus fare must be anticipated by the local government or other institutions in form of subsidy to achieve certain level of service.

Based on the survey tabulation, it could be generalized that people in Bandung periurban will support park and ride scheme which encourage them to use public transit. Nevertheless, proposed park and ride scheme must be complement with appropriate facilities with several conditions: comfortable, safe and secure, also affordable in price. Besides, the most considerations also came from people's routes or trip destinations.

Thus, demand potential must be managed with the promptness of road network, and availability of parking lot, also shuttle bus to reach several routes.

Thus, the support for park and ride scheme should be seen also from supply side. The parameters for supply's sufficiency are land availability, road network and existing shuttle bus. From land perspective, there were two alternatives of parking location in Terminal and Cileunyi Market which are accessed directly to toll road and regional road. Road network to convey shuttle bus should be an arterial or primary collector class, which also matched with commuters' route. Hence, there are four main routes proposed for bus shuttle. Bus routes comprises the nearest access to the center activities in Bandung City such as Dago, downtown (Alun – alun), Pasar Baru and Soekarno – Hatta corridor. Bus lanes will be placed on arterial and primary collector road by considering existing traffic in order to reduce VCR in some nodes.

## **REFERENCES**

- Gifford, J.L. dan Odd J.S (2001). *Transportation Demand Management*.  
Handbooks in Transport - Handbook 3: Transport Systems and Traffic Control. edited by  
Kenneth Button and David Hensher. Elsevier Science Ltd. pp. 199-208
- Larasati, O. 2012. *Studi Pengembangan Skema Park and Ride di Koridor Komuter Kota  
Cimahi – Bandung*. Tugas akhir Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota  
Institut Teknologi Bandung
- Meyer, M. (1999) *Demand Management as an Element of Transportation Policy:  
Using Carrots and Sticks to Influence Travel Behavior*, *Transportation Research Part A* 33,  
p. 575-599
- Ptáček, P and Szczyrba, Z. (2007). *Current Suburbanisation Trends in The Czech Republic  
and Spatial Transformation of Retail*. *Revija za geografijo* 1-2, 2007, 55-65
- Putranto, L. S. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*, Cetakan ke-1. Jakarta: PT. Macanan Jaya  
Cemerlang.
- RDTR *Kawasan Perkotaan Cileunyi dan Peraturan Zonasi*. Badan Perencanaan  
Pembangunan Daerah Kabupaten Bandung
- Sangadji, E.M., Sopiah, 2010. *Metodologi Penelitian: Pendekatan Praktis dalam Penelitian*

## BIAYA PENGANGKUTAN SAMPAH DENGAN DUMPTRUK (STUDI KASUS KOTA MALANG)

### Burhamtoro

Lecture on Civil Engineering  
Politeknik Negeri Malang  
Jln. Veteran PO BOX 04, Malang  
Telp: (0341) 575750  
[goes\\_bur@yahoo.com](mailto:goes_bur@yahoo.com)

### Achmad Wicaksono

Lecture on Civil Engineering  
Brawijaya Malang  
Jln. MT. Haryono 167, Malang  
Telp: (0341) 577200  
[wicaksono1968@yahoo.com](mailto:wicaksono1968@yahoo.com)

### M Bisri

Professor on Water Resources Engineering  
Brawijaya Malang  
Jln. MT. Haryono 167, Malang  
Telp: (0341) 577200  
[mohammadbisri@yahoo.com](mailto:mohammadbisri@yahoo.com)

### Soemarno

Professor on Interdisciplinary  
Environmental Studies  
Brawijaya Malang  
Jln. MT. Haryono 167, Malang  
Telp: (0341) 577200  
[smno@ub.ac.id](mailto:smno@ub.ac.id)

### Abstract

The increasing volume of municipal solid waste resulting in the frequency and transportation costs on the temporary disposal station is increasing. This recent study is to examine the cost model based on the speed of the vehicle transporting waste using Dump Truck types from TPS to TPA with various brands of vehicles. This study applies survey method in which the researchers investigated the distance, time and volume of the waste transported by the entire fleet. The results of Model Municipal Solid Waste Transportation Costs obtained equation:  $Y = 7,66x^2 - 580,81x + 15454,79$  in which Y variable indicates the transportation cost (Rupiah/m<sup>3</sup>) and X variable shows the speed (km/ h). Cost of transporting waste to urban areas at optimum speeds obtain 37.91 Km/hour with minimum waste transportation costs Rp 4.445,-/m<sup>3</sup>.

**Keywords:** *Municipal Solid Waste, speed of vehicles, Transportation Costs*

### Abstrak.

Meningkatnya volume sampah rumah tangga berakibat frekuensi dan biaya pengangkutan dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) ke Tempat Pengolahan Akhir (TPA) semakin banyak. Penelitian ini untuk mengetahui model biaya pengangkutan dari TPS ke TPA berdasarkan kecepatan kendaraan pengangkut sampah jenis dumptruk dengan berbagai merk kendaraan. Metode penelitian dilakukan dengan survey terhadap jarak dan waktu tempuh serta volume sampah yang diangkut oleh seluruh armada. Hasil penelitian Model Biaya Pengangkutan Sampah Rumah Tangga diperoleh persamaan:  $Y = 7,66x^2 - 580,81x + 15454,79$ . Dimana Y merupakan Biaya Pengangkutan (Rupiah/m<sup>3</sup>) dan X merupakan variable kecepatan (km/jam). Biaya pengangkutan sampah untuk daerah perkotaan pada kecepatan optimum diperoleh 37,91 Km/jam dengan biaya pengangkutan sampah minimum Rp 4.445,-/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** *Sampah Rumah Tangga, Kecepatan kendaraan, Biaya Pengangkutan*

## PENDAHULUAN

Volume sampah rumah tangga yang cenderung meningkat dan menumpuk merupakan pemandangan yang kerap ditemui, sehingga mengakibatkan masalah pencemaran lingkungan dilokasi TPS (Saxena,2010). Berdasarkan perhitungan, sampah yang dihasilkan Kota Malang mencapai 600 ton perharinya. Dari jumlah tersebut yang dapat diangkut hanya 400 ton. Apabila permasalahan sampah tersebut tidak ditangani dapat mengakibatkan menumpuknya sampah diTPS.

Hasil penelitian sebelumnya pada tahun 2010 menyebutkan bahwa di Kecamatan Klojen mampu melayani pengangkutan sampah sebesar 47,18%, Kecamatan Sukun 45,38%, Kecamatan Kedungkandang 34,8%, dan Kecamatan Blimbing 46,04% (Burhamtoro,2012). Pelayanan pengangkutan sampah Kota Malang masih jauh dari yang disyaratkan sesuai peraturan menteri pekerjaan umum nomor 21/PRT/M/2006 tentang kebijakan dan strategi nasional pengembangan sistem pengelolaan sampah (KNSP-SPP), tingkat pelayanan sampah diharapkan mencapai 70% Biaya pengolahan sampah terdiri dari dua jenis: biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung meliputi semua pengeluaran langsung yang dikeluarkan dalam pengelolaan sampah di suatu daerah. Ini juga mencakup sumber daya yang digunakan dalam pengembangan, administrasi dan operasi hak pengelolaan limbah dari penyimpanan untuk pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan. Sebaliknya, biaya tidak langsung mengacu pada eksternal jumlah biaya yang dikeluarkan menurut sistem pengelolaan limbah yang ada. Biaya ini meliputi kerusakan lingkungan biaya penyimpanan bahaya, dan praktek pengumpulan pembuangan (Sakawi,2011). Menurut Apaydin (2007), dalam system pengelolaan sampah, biaya pengangkutan sampah mencapai 85% dari total pengeluaran pengelolaan sampah. Berdasarkan besarnya persentase tersebut maka diperlukan efisiensi pengangkutan, agar biaya pengangkutan dapat optimal. Pada umumnya perhitungan biaya pengangkutan berdasarkan berat barang yang diangkut, namun tidak mempertimbangkan pada kondisi lalu lintas yang dilaluinya. Sehingga diperlukan perhitungan biaya pengangkutan berdasarkan kondisilalu lintas yang ada.

Pengangkutan merupakan kegiatan operasi yang dimulai dari titik pengumpulan terakhir dari suatu siklus pengumpulan sampai ke TPA atau TPST pada pengumpulan dengan pola individual langsung atau dari tempat pemindahan (Transfer Depo, transferstation), penampungan sementara (TPS, LPS, TPS 3R) atau tempat penampungan komunal sampai ke tempat pengolahan / pembuangan akhir (TPA/TPST).

Sehubungan dengan haltersebut, metoda pengangkutan sertaperalatan yang akan dipakai tergantung dari pola pengumpulan yang dipergunakan. Menurut Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah 2 Surabaya (BTAMSW,2010) dalam Materi Pelatihan Berbasis Kompetensi Bidang Persampahan menyebutkan bahwa permasalahan yang dihadapi dalam pengangkutan sampah adalah sebagai berikut:

Penggunaan waktu kerja yang tidak efisien, Penggunaan kapasitas muat kendaraan yang tidak tepat, Rute pengangkutan yang tidak efisien, Tingkah laku petugas dan Aksesibilitas yang kurang baik.

Pengangkutan sampah dengan menggunakan Dump Truck merupakan pengangkutan dengan system container tetap (SCS). Sistem container tetap adalah system pengumpulan sampah dimana container penyimpan sampah dibiarkan dititik pengambilan. Cara kerja dari sistem container tetap seperti Gambar1.



**Gambar 1.** Sistem Pengangkutan Sampah SCS

Urutan sistem container tetap dilakukan sebagai berikut; kontainer penyimpanan sampah dibiarkan dititik pengambilan (a). Sampah yang ada di pindahkan ke dalam truk pengangkut sampah secara manual atau dibantu dengan peralatan mekanik yang ada didalam truk (b), untuk kemudian diangkut ke TPA. Setelah pembuangan di TPA, truk kembali lagi ke TPS jika diperlukan. Apabila pengangkutan telah selesai kembali ke pool.

Perhitungan biaya pengangkutan dihitung berdasarkan perhitungan biaya transportasi dalam pelaksanaan pengangkutan. Pada dasarnya, biaya transportasi adalah sejumlah uang yang harus dibayar oleh penyedia jasa transportasi untuk melakukan pelayanan transportasi, baik untuk biaya tetap (infrastruktur) maupun biaya tidak tetap (pengoperasian). Biaya-biaya tersebut tergantung pada variasi kondisi yang berhubungan dengan geografis, infrastruktur, batasan administrasi, energi, dan bagaimana barang itu dibawa (Sofyan M., dkk, 2009). Ada tiga cara untuk menempatkan pentingnya ekonomi biaya transportasi dalam perspektif: dengan memeriksa 1) biaya transportasi relatif terhadap nilai barang yang dipindahkan, 2) biaya transportasi relatif terhadap hambatan lain yang dikenal untuk perdagangan, seperti tarif, 3) tingkat dimana biaya transportasi mengubah harga relatif. (Hummels, 2007)

Metode perhitungan biaya pengangkutan sampah menggunakan pendekatan secara statistic dengan pendekatan nilai regresi berganda. Waters (1997) menjelaskan metode biaya berbeda untuk memperkirakan hubungan antara output dan biaya. Salah satu metode yang telah digunakan dalam studi transportasi adalah statistic metode biaya. Dalam metode ini hubungan antara output dan biaya diperkirakan menggunakan teknik statistik yang berbeda. Analisis regresi ganda menunjukkan bagaimana biaya berubah dengan mengubah salahsatu variabel.

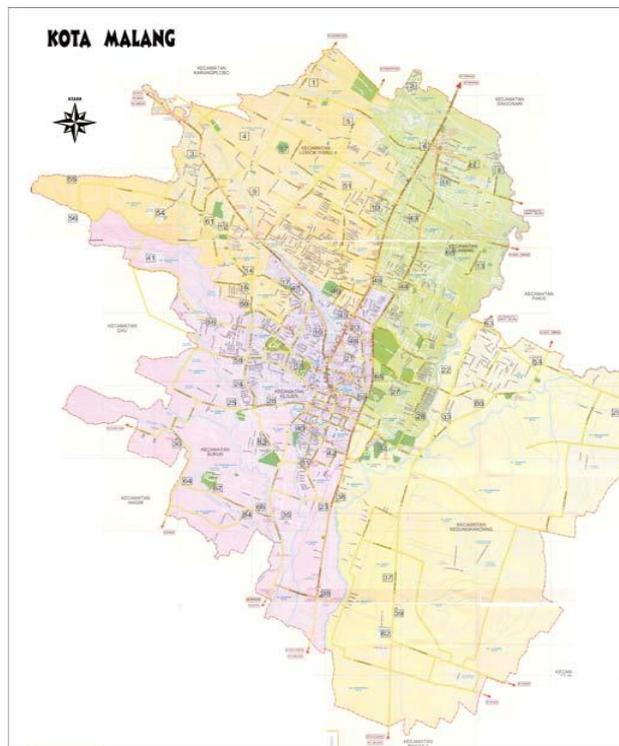
Variabel yang digunakan pada perhitungan biaya transportasi meliputi biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap merupakan biaya yang dihitung dan tidak dapat berubah. Sedangkan biaya tidak tetap dibagi atas 5 (lima) bagian, yaitu biaya ban, bahan bakar, biaya perawatan, biaya tenaga kerja dan total biaya variabel (Mark Berwick and Moh. Farooq, 2003).

Besarnya variabel biaya tidak tetap dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan saat melakukan pengangkutan. Yang dimaksud kecepatan kendaraan adalah nilai dari pergerakan suatu kendaraan dalam jarak persatuan waktu, dinyatakan dalam satuan km/jam, meliputi kecepatan sesaat, kecepatan bergerak dan kecepatan tempuh. (Arifin, dkk, 2007). Dalam perhitungan biaya pengangkutan sampah, variabel kecepatan menggunakan kecepatan perjalanan (*Journey Speed*), diperoleh dari hasil pembagian antara jarak tempuh perjalanan dengan waktu pelayanan kendaraan selama proses pengangkutan sampah. (Burhamtoro, 2012)

Biaya operasional kendaraan (BOK) merupakan penjumlahan dari biaya bahan bakar, biaya pelumas mesin, biaya ban, biaya perawatan, biaya depresiasi, suku bunga, biaya asuransi, upah sopir dan overhead yang masing-masing dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan yang merupakan biaya variabel per 1000km (Yanagiya, 1990), sedangkan menurut Lavinson (2005) dan Sugiyanto (2011) perhitungan biaya variabel per Km. Biaya tetap meliputi pajak kendaraan, asuransi kecelakaan, dan uji fisik kendaraan diperhitungkan dalam satu tahun (Burhamtoro, 2012).

## **METODOLOGI**

Penelitian dilakukan pada seluruh armada dump truck pengangkut sampah yang melayani wilayah kota Malang. Metode yang dilakukan pada penelitian ini, dengan pengumpulan data primer dengan cara naik di kendaraan pengangkut sampah (on board) jenis Dump Truck, sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil kajian sebelumnya. Data primer yang didapatkan berupa jarak, waktu dan volume sampah rumah tangga pada proses pengangkutan sampah dari Pool-TPS-TPA dan kembali ke Pool. Jika volume sampah melebihi kapasitas bak truk, maka proses pengangkutan dilakukan beberapa kali dari TPS ke TPA. Metode perhitungan biaya operasional kendaraan, dihitung berdasarkan biaya tidak tetap dan biaya tetap yang dibutuhkan oleh setiap kendaraan. Biaya tidak tetap dipengaruhi oleh panjang jalan yang dilalui sedangkan besaran nilai biaya tetap tidak dipengaruhi oleh panjang jalan.



**Gambar2.** Lokasi TPS Kota Malang

**Tabel 1.** Rumus biaya operasi kendaraan

NO.	PARAMETER	RUMUS	KETERANGAN
1	Biaya BBM	$(0,06427V^2 - 7,0613V + 318,3326) \times \text{Harga BBM}$	Biaya BBM (liter/1000km)
2	Biaya Oli	$(0,00048V^2 - 0,05608V + 3,07383) \times \text{Harga oli}$	Biaya Oli (liter/1000km)
3	Biaya Ban	$(0,0011553V - 0,0059333) \times \text{Harga Ban} \times n \text{ Ban}$	Biaya ban (1 Ban/1000km)
4	Biaya Onderdil	$(0,0000191V + 0,00154) \times \text{Harga kendaraan}$	Biaya Onderdil (onderdil/1000km)
5	Biaya Service	$(0,01511V + 1,212) \times \text{Upah mekanik per jam}$	Biaya Service (Montir/1000km)
6	Depresiasi Kendaraan	$(1/(6,129V + 245)) \times \text{Harga kendaraan}$	Biaya Depresiasi (Depresiasi/1000km)
7	Suku Bunga	$((0,12 \times 1000)/(1750V)) \times \text{Harga kendaraan}$	Biaya Suku Bunga (Suku Bunga/1000km)
8	Asuransi	$((0,06 \times 1000 \times 0,5)/(1750V)) \times \text{Harga kendaraan}$	Biaya Asuransi (Asuransi/1000km)
9	Upah Sopir	$(1000/V) \times \text{upah Sopir}$	Biaya Upah Sopir (Upah/1000km)

Keterangan: V= Kecepatan Kendaraan(km/jam)

Sumber: Yanagiya, 1990

Biaya tetap dihitung berdasarkan nilai pada pajak kendaraan, sumbangan wajib, dan uji kelayakan kendaraan yang dibagidenganjumlah harikerja.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

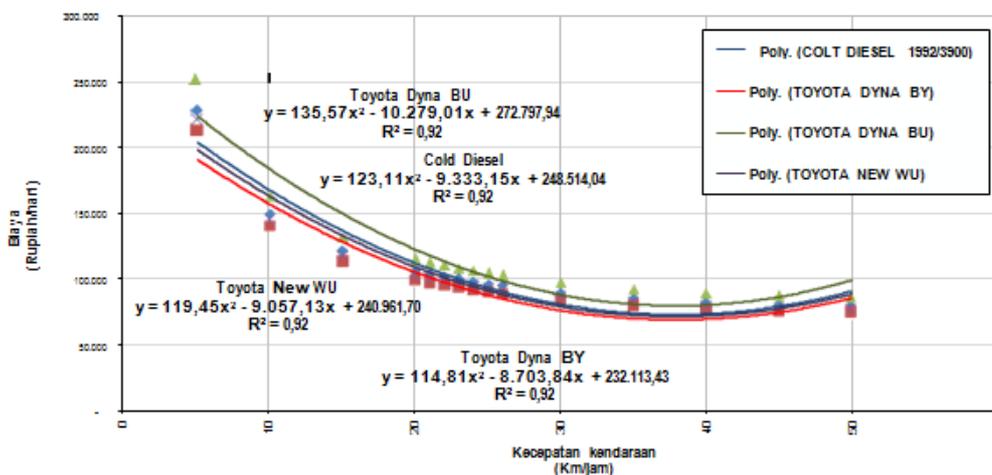
Dalam perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK), kecepatan merupakan factor variabel yang menentukan (Yanagiya,1990). Kecepatan kendaraan didapatkan dari hasil bagi jarak perjalanan dengan waktu tempuh pelayanan seperti terlihat pada Tabel2. Sedangkan volume sampah terangkut diperoleh dari hasil rata-rata volume sampah setiap tipe kendaraan jenis dumptruk selama periode waktu pengamatan tertentu.

Tabel 2.. Kecepatan dan volume sampah pada tiap merk kendaraan

NO	TPS	MERK KENDARAAN	JARAK (km)	WAKTU (Menit)	KECEPATAN (Km/Jam)	KEND. (Km/Jam)	SAMPAH (m3)	TIAP KENDARAAN (m3)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	CIANJUR (TMP)	DUMP TRUCK COLD DIESEL	40,63	97,73	24,94	22,603	17,30	15,777
2	SUMBERSARI	DUMP TRUCK COLD DIESEL	35,57	84,03	25,40		16,52	
3	ASAHAN (PENJARA)	DUMP TRUCK COLD DIESEL	50,79	131,84	23,11		11,27	
4	STD BLIMBING	DUMP TRUCK COLD DIESEL	38,39	104,59	22,02		14,82	
5	RAMPAL CELAKET	DUMP TRUCK COLD DIESEL	24,88	71,11	20,99		11,15	
6	MANYAR	DUMP TRUCK COLD DIESEL	25,41	79,62	19,15		23,61	
7	SERAM	MP. TRUCK T. NEW W U 342 R TKMQ A	28,87	94,93	18,25	20,344	21,80	12,977
8	MUHARTO	MP. TRUCK T. NEW W U 342 R TKMQ A	34,33	93,33	22,07		9,21	
9	RY LANGSEP	MP. TRUCK T. NEW W U 342 R TKMQ A	34,33	99,43	20,72		7,92	
10	BOROBUDUR	TOYOTA DYNA BU 343R	52,46	174,88	18,00	20,714	16,91	19,336
11	SULFAT	TOYOTA DYNA BU 343R	39,62	141,72	16,77		16,73	
12	TPS. KARTINI	TOYOTA DYNA BU 343R	19,53	42,82	27,37		24,37	
13	TAW ANGMANGU	TOYOTA DYNA BY 43 LONG/490061	45,84	130,25	21,12	19,182	21,28	17,333
14	BENT OEL	TOYOTA DYNA BY 43 LONG/490061	20,79	68,55	18,20		12,71	
15	ASAHAN (PENJARA)	TOYOTA DYNA BY 43 LONG/490061	46,61	147,71	18,93		24,19	
16	ORO-ORO DOW O	TOYOTA DYNA BY 43 LONG/490061	21,87	71,01	18,48		11,15	

Pada tabel 2 diketahui bahwa kendaraan dengan merk Toyota Dyna BY 43 memiliki kecepatan paling cepat yaitu 19,182 km/jam. Sedangkan kendaraan yang memiliki kecepatan yang paling lambat adalah Cold Diesel sebesar 22,603 km/jam. Untuk volume sampah yang diangkut, kendaraan Toyota New WU memiliki volume terkecil yaitu 12,977 m<sup>3</sup>. Sedangkan volume terbesar pada kendaraan Toyota Dyna BU 343 sebesar 19,336 m<sup>3</sup>. Perhitungan BOK untuk berbagai tipe dump truk diperoleh dengan pendekatan metode Yanagiya (1990) sedangkan variasi kecepatan didasarkan atas kecepatan kendaraan yang diijinkan dalam kota maksimum 50 km/jam (Kepmen no 14, 2006).

Perhitungan BOK untuk berbagai tipe dump truk diperoleh dengan pendekatan metode Yanagiya (1990) sedangkan variasi kecepatan didasarkan atas kecepatan kendaraan yang diijinkan dalam kota maksimum 50 km/jam (Kepmen no 14, 2006).



**Gambar 3.** Grafik hubungan kecepatan dengan BOK

Pada Gambar 3 tampak bahwa setiap kendaraan memiliki besaran biaya operasional yang berbeda karena pengaruh harga kendaraan. Untuk rumus tiap kendaraan dapat diuraikan sebagai berikut; kendaraan merk Cold Diesel didapatkan persamaan  $Y = 123,11x^2 - 9333,15x + 248514,04$  dengan nilai R square 0,92. Untuk kendaraan Toyota Dyna BY didapatkan rumus persamaan:

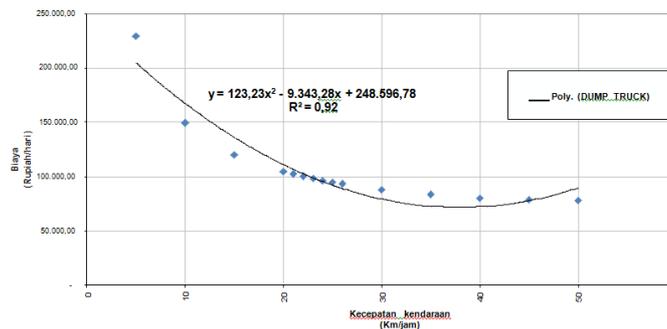
$Y = 114,81x^2 - 8703,84x + 232113,43$  dengan R square 0,92. Sedangkan untuk merk kendaraan Toyota Dyna BU dan Toyota New WU memiliki persamaan  $Y = 135,57x^2 - 10279,01x + 272797,94$  dan  $Y = 119,45x^2 - 9057,13x + 240961,70$  dengan  $R^2$  masing-masing 0,92. Dimana dalam persamaan tersebut Y adalah biaya operasional kendaraan dan X adalah kecepatan kendaraan. Untuk titik optimum kecepatan tiap merk kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai minimum BOK dengan kecepatan optimum tiap tipe

TIPEDUMPTRUCK	RUMUS	KECEPATAN OPTIMUM(Km/Jam)	BIAYAMINIMUM (Rp/hari)
COLDDIESEL	$123,11x^2 - 9.333,15x + 248.514,04$	37,91	71.624
TOYOTADYNABY	$114,81x^2 - 8.703,84x + 232.113,43$	37,91	67.152
TOYOTADYNABU	$135,57x^2 - 10.279,01x + 272.797,94$	37,91	77.958
TOYOTANEWWU	$119,45x^2 - 9.057,13x + 240.961,70$	37,91	69.276

Pada tabel 3 menunjukkan kecepatan optimum tiap kendaraan adalah 37,91 km/jam. Biaya operasional kendaraan termurah terdapat pada kendaraan Toyota Dyna BY dengan biaya Rp 67.152 /hari. Sedangkan biaya termahal pada kendaraan Toyota Dyna BU sebesar Rp 77.958 /hari.

Hubungan kecepatan kendaraan dengan biaya operasional jenis Dump Truck seperti pada Gambar 4.



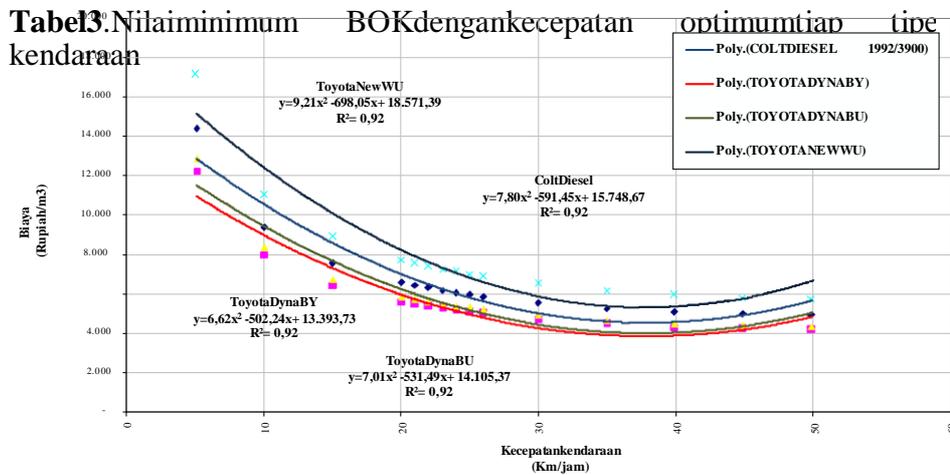
**Gambar 4.** Grafik hubungan biaya kendaraan dengan kecepatan pada Dump Truck perhari

Rumus yang didapatkan adalah  $Y = 123,23x^2 - 9343,28x + 248596,78$ , berdasarkan rumus  $Y = ax^2 + bx + c$  puncak parabola x (kecepatan optimum) berada

pada  $-\frac{b}{2a}$  dan Y (biaya minimum) berada pada  $\frac{b^2 - 4ac}{4a}$  (Frank Ayres, 2006), sehingga diperoleh kecepatan optimum 37,91 km/jam dengan biaya operasi kendaraan minimum Rp 71.491,-/hari.

Perhitungan biaya pengangkutan sampah berdasarkan BOK dibagi dengan volume sampah yang diangkut. Adapun grafik hubungan antara kecepatan dengan biaya pengangkutan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

**Tabel 3.1** Nilai minimum BOK dengan kecepatan optimum tiap tipe kendaraan



**Gambar 5.** Grafik hubungan kecepatan dengan biaya pengangkutan sampah pada tiap tipe Dump Truck

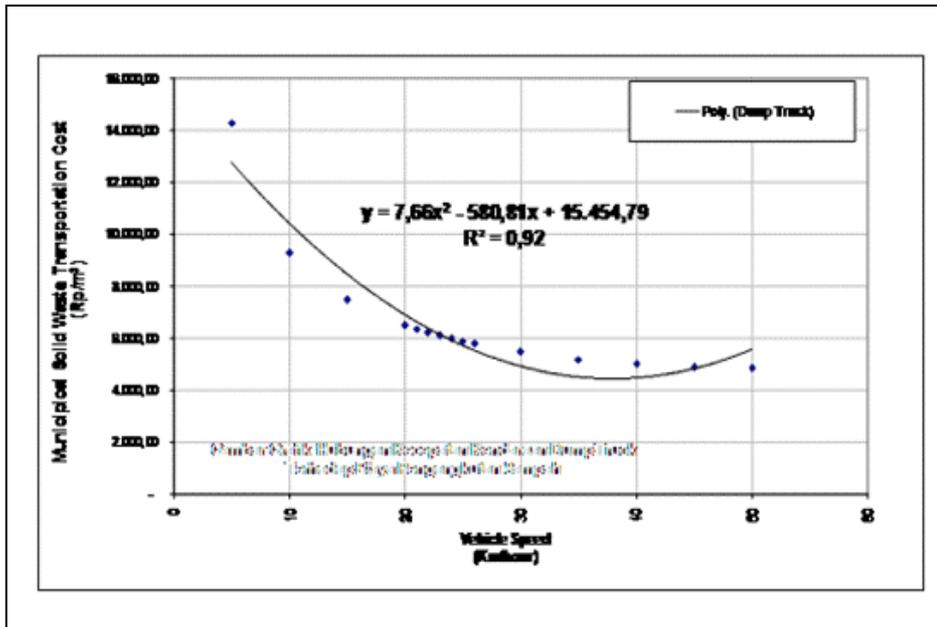
Berdasarkan gambar 5, kendaraan Cold diesel memiliki persamaan  $Y = 7,80x^2 - 591,45x + 15748,67$ . Sedangkan untuk kendaraan Toyota Dyna BY didapatkan persamaan  $Y = 6,62x^2 - 502,24x + 13393,73$ , sedangkan untuk kendaraan Toyota Dyna BU dan Toyota New WU didapatkan persamaan  $Y = 7,01x^2 - 531,49x + 14105,37$  dan  $Y = 9,21x^2 - 698,05x + 18571,39$ . Dimana Y dalam persamaan tersebut adalah biaya pengangkutan per m<sup>3</sup>, sedangkan variabel X adalah kecepatan kendaraan dengan R<sup>2</sup> pada tiap persamaan sebesar 0,92. Kecepatan optimum pada biaya pengangkutan minimum tiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai optimum biaya pengangkutan dengan kecepatan tiap tipe kendaraan

TIPE DUMP TRUCK	RUMUS	KECEPATAN OPTIMUM (Km/Jam)	BIAYA MINIMUM (Rp/M <sup>3</sup> )
TOYOTA NEW W U	$9,21x^2 - 698,05x + 18.571,39$	37,91	5.343
COLD DIESEL	$7,80x^2 - 591,45x + 15.748,67$	37,91	4.543
TOYOTA DYNA BY	$6,62x^2 - 502,24x + 13.393,73$	37,91	3.878
TOYOTA DYNA BU	$7,01x^2 - 531,49x + 14.105,37$	37,91	4.036

Pada tabel 4 menunjukkan kecepatan optimum tiap kendaraan adalah 37,91 km/jam. Biaya pengangkutan sampah termurah terdapat pada kendaraan Toyota Dyna BY dengan biaya Rp 3.878 /m<sup>3</sup>. Sedangkan biaya pengangkutan termahal pada kendaraan Toyota New WU sebesar Rp 5.343 /m<sup>3</sup>.

Biaya pengangkutan kendaraan jenis dump truk dihitung berdasarkan rata-rata biaya pengangkutan dari setiap tipe dump truk. Model biaya pengangkutan sampah jenis dump truk seperti pada gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik hubungan biaya pengangkutan sampah dengan kecepatan dump truk

Berdasarkan grafik hubungan biaya pengangkutan sampah dengan kecepatan Dump Truck, maka didapatkan persamaan  $Y = 7,66x^2 - 580,81x + 15454,79$  dengan besaran  $R^2$  0,92, sehingga diperoleh kecepatan optimum 37,91 km/jam dengan biaya pengangkutan minimum sebesar Rp 4.445,-/m<sup>3</sup>.

## KESIMPULAN

Model Biaya Pengangkutan Sampah Rumah Tangga (BPSRT) jenis dump truk mempunyai persamaan:  $Y = 7,66x^2 - 580,81x + 15454,79$  Dimana Y merupakan Biaya Pengangkutan (Rp/m<sup>3</sup>), sedangkan variabel X adalah Kecepatan Kendaraan (km/jam). Biaya pengangkutan sampah untuk daerah perkotaan pada kecepatan optimum diperoleh 37,91 Km/jam dengan biaya pengangkutan sampah minimum Rp 4445,-/m<sup>3</sup>.

Besarnya biaya pengangkutan sampah harus mempertimbangkan kondisi lalu lintas daerah layanan yang mempengaruhi terhadap kecepatan kendaraan. Perlu adanya penelitian lanjutan yang berkaitan dengan jam operasional pengangkutan serta upaya pengurangan volume sampah rumah tangga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apaydin, O. and Gonullu, M.T, "Route Optimization for Solid Waste Collection: Trabzon . (Turkey) Case Study, Global NEST Journal 2007: 9 (1):6-11.
- Arifin, M. Z., dkk, "Analisa Efektifitas Fasilitas Zebra Cross Pada Jalan MT. Haryono dan Jalan Gajayana", Jurnal Rekayasa Sipil 2007; 1(1):13-24.
- Ayres Frank JR. PH.D, "Matematika Universitas Edisi 3", Erlangga, Jakarta, 2006.

- Berwick Mark and Moh. Farooq, "Truck Costing Model for Transportation Managers", Upper Great Plains Transportation Institute North Dakota State University, North Dakota, 2003.
- Burhamtoro, "Optimizing of Transportation Municipal Solid Waste at Malang City", Interdisciplinary Research in Natural Resources and Environmental Management, Post Graduate Program University of Brawijaya, pp.77-78, Malang, 2012.
- Burhamtoro, "Biaya angkut Hauled Container System (HCS) dan Stationery Containter System (SCS) Pada Pengangkutan Sampah Rumah Tangga (Studi Kasus: Kecamatan Blimbing Kota Malang)", Volume 6 Nomor 1 pp. 26-37, Surabaya, 2012.
- Hummels, David, "Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization", *Journal of Economic Perspectives*, 21. pp. 131–154, Indiana Amerika, 2007.
- Yanagiya, Kensuke, "Feasibility Study on The Cikampek-Cirebon Toolway Project", Japan International Cooperation Agency, Jakarta, 1990.
- Lavinson, D, dkk, "Operating Costs for Trucks", Twin Cities: Department of Civil Engineering University of Minnesota, Minnesota, 2005.
- Sofyan, M. Saleh, dkk, "Pengaruh Muatan Truk Berlebihan Terhadap Biaya Pemeliharaan Jalan", *Jurnal Transportasi*, 9, Bandung, 2009.
- Saxena, Shikha, "Sustainable Waste Management Issues in India", *The IUP Journal of Soil and Water Sciences*. **III** (1):72-90, India, 2010.
- Sugiyanto, Gito, "Estimation of Congestion Cost of Motorcycles Users in Malioboro, Yogyakarta, Indonesia", *International Journal of Civil & Environmental Engineering (IJCEE-IJENS)*, 11 (01):56-63, Yogyakarta, 2011.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Sampah (KNSP-SPP).

## RESPONSES OF FUEL SUBSIDY REMOVAL AS SUSTAINABLE TRANSPORT POLICY (CASE STUDY: WORKERS IN JAKARTA)

**Octaviani Ariyanti**  
Student  
Master Programme in Transport  
System and Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: 085228834849  
[octavianiariyanti@yahoo.com](mailto:octavianiariyanti@yahoo.com)

**Samuel Petros Sebhatsu**  
Senior Lecturer  
Karlstad Business School,  
Karlstad University, Sweden  
Telp: +46 54 700 21 63  
[samuel.sebhatsu@kau.se](mailto:samuel.sebhatsu@kau.se)

**Imam Muthohar**  
Lecturer  
Master Programme in Transport  
System and Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp : 085641025880  
[imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

### Abstract

Motorization in urban areas contributes several problems such as congestion, accidents, gas emissions, noises, and infrastructure breakage. Meanwhile, most of the developing countries cannot overcome such growth activities, as well as in Jakarta. By December 2013, Vice Governor of Jakarta propose fuel subsidy removal policy as one of sustainable transport policy. This study is intended to understand and investigate how fuel subsidy removal policy scenarios (25%, 50%, and 100%) in Jakarta affects travellers' behaviour and analyse such policy to support sustainable transport by using qualitative research methodology. Interviews and questionnaires survey are conducted to workers in Jakarta, which includes ranking scale question for traveller response options. The result shows that half of respondents are not affected and will only response to fuel price increasing at IDR 31.400 for gasoline price and IDR 26.300 for ADO (Auto Diesel Oil). Moreover, there is a tendency of respondent's to response by changing their travel mode choices into more fuel efficient private vehicle.

**Keywords:** *sustainable transport, transport policy, fuel subsidy, removal, fuel policy*

## INTRODUCTION

Travel activities and urbanization has evolved in line with the economic growth which is followed by the increasing number of motorization in many countries. In which, the motorization in urban areas causes many problems and its impacts become the second contributor to environmental issues both locally and globally as climate change. It is expected as the amount of private vehicle ownership in developing countries raises continuously as people tends to travel with their ownership of private vehicle and unenthusiastic to use public transport in major cities (Susilo et al., 2007). The same problem also occurs in Jakarta, the Indonesian capital, which has not been able to decipher the congestion problem due to the imbalance between the ratio of the number of vehicles and the number of roads.

During the new leadership, Jakarta government are going to reform several policies to address the transportation issues in Jakarta. As stated by the vice governor of Jakarta with his revealed plans to carry out the elimination of subsidized fuel in Jakarta area in order to reduce the number of private vehicle users in Jakarta (Antara, 2013), which is not in line with support sustainable transportation scheme. Among the 33 provinces in Indonesia, Jakarta becomes a province with the highest intake of subsidized fuel within 38 percent of total fuel energy consumption (BPH Migas, 2012). In 2014, the Indonesian state budget spends of Rp 131.2 trillion (U.S. \$ 11.528 billion) for fuel (Ministry of Finance, 2014). Globally, energy subsidies reached about \$ 544 billion in 2012 (IEA, 2013). The cost of

subsidies for fuel places a heavy load on the limited public resources. Fuel subsidy policy affects the sustainable development policy as spending such amount on fossil-fuel subsidies give lost opportunity for development, in terms of social spending for any other sectors of society (Merrill, 2014), including sustainable transport. Therefore, in order to improve such strategy efforts, it is necessary to identify related how effective these policies will influence travellers' behaviour to choose the mode of transport.

## **THEORETICAL FRAMEWORK**

Recent years, many articles, reports, and publications were contributing a great consideration in sustainable issues. The notion of sustainability is embedded to develop responsiveness as most of human activities causing significant impacts to environmental. In such case, sustainability need to manage integrated analysis and planning from any sectors, authorities and clusters to forestall and manages problems before the crises getting worse (Litman and Burwell 2006). Sustainable development is the hurdle of delivering efficiency and quality management where the service innovation is required (Sebhatu 2011). The potential sustainable travel results by allowing the coordination of transport actions in the context of land development. The combination of land use and transportation lies at the heart of the strategy. The transport network presents the key to urban formation. It is also based on achieving a high level of sustainable approachability by providing high quality walking and cycling path (Curtis 2008).

Policy makers have implemented most effort as barriers at reducing the need of travel to achieve sustainable transport towards technological, economic, and planning interventions (Banister 2003). As private vehicle consumes more in non-renewable resources than any other transport forms, therefore, most public policy concern on to give an action on private vehicle reduction directly. Goldman and Gorham (2006) investigate the sustainable urban transport can be strongly achieved if sustainable transport policy considers of broader systems in transportation. As well, Nidumolu et al. (2009), in their research, stress that sustainability is a matter about innovations in a dynamic context.

Transport policies also create other mode choices by enhancing quality and attractiveness. For example, public transit supply is generally less cost, reliable, convenience and good quality in Western Europe; and also there are safe walking and cycling path provided for pedestrians and cyclists (Buehler 2010). Transport policy measures can be employed to achieve a reduction of the negative effects of private vehicles usages, through the changes of travel behavior. Such transport policy measure commonly implemented in four types, i.e. legal policies, economic policies, measures changing the physical context, and informational/educational measures (Errikson 2008). Besides, acceptability of transport policy measures has to be predicted well, as public's might response the transport policy measures negatively or positively. Steg et al. (2005, 2006 in Errikson 2008) found that pull measures tend to be more acceptable than push measures.

### **Fuel Policy**

Fuel policy, which was originally designed for economic purposes, also gave a positive impact on the environment. Such policy is important for the environment, because more than 50 % of the total carbon emissions comes from vehicle fuel (Sterner 2007). There have been several researchers during 1990s fuel price, yet, mostly focused on elasticity which is determined to be inelastic for short term. For instance, Goodwin et al. (2004) revised several empirical studies in the meantime from 1990 around the world and stated

findings that an increasing fuel price around 10 % will reduce 1% in vehicle miles travelled and 2.5% in fuel consumption. In addition, the same study also stated that the same percentage of increasing fuel price will produce 1.5% increase in fuel efficiency of vehicles and reduce less than 1% in net vehicle ownership. He assumed that the results of the increasing in fuel price will trigger private vehicles' users for more efficient use of fuel through technical improvements to their vehicles and change their driving behaviour. This evidence explains the reason of why when fuel prices increased, the decreasing number on fuel consumption tends to be larger than the decrease in traffic volume.

### **Fuel Subsidy**

Fossil fuel subsidies are one of the vital policies to policy-makers and public opinion, so it is important to define the policy carefully, where its application contributes directly to climate change. In 2012, the consumption of fossil fuel subsidies around the world alone reached about \$ 544 billion. Granting fuel subsidies also encourage the consumption of fossil fuels and excessive, resulting in billions of tons of carbon emissions per year. The OECD predicted that by removing fuel subsidies by 2020, there will be the reduction in GHG emissions around 10 % by 2050, which could significantly contribute to limit global warming issue (Burniaux & Chateau 2011). Fuel subsidy policy affects the sustainable development policy as spending such amount on fossil-fuel subsidies give lost opportunity for development, in terms of social spending for any other sectors of society (Merrill 2014).

There are several countries successfully implement the reform of fuel subsidy policy, e.g. Brazil, Philippine, and Turkey. Brazil government adopted a gradual approach to eliminating fuel subsidies. Philippines start the liberalization of energy prices as part of a broader deregulation of the energy sector in 1996 with a strong political will, planning, and building an effective consensus. Turkey initiated energy sector deregulation and price liberalization program in the early 1990s (IMF 2013 in Anand et. al 2013).

### **Fuel Policy in United Kingdom, United States of America, and Australia**

In United Kingdom (UK), Goodwin et. al (2004) investigated the price and income elasticity to transport activity. The price effect is estimated to provide a dynamic effect. They predicted that if the real price of fuel rose by 10 % and remained at that level, the traffic volume and the volume of fuel consumption will show the decline both for long-term and short-term. Graham and Glaister (2004) analyze price elasticities and established the result that germination in fuel prices influences more on fuel consumption than on the number of kilometers driven. They argued that people tends to make fewer trips, but travel much shorter distances. In general, the results are suggestions that influencing car use by policy measures is easier than influencing car ownership. Car use react more vigorously and more instantly to prices and is less resistance to change (Dargay 2007).

In Australia, considering Win-Win Transportation Solutions is one of policy strategy, where market changes and increase overall transport system efficiency (Litman 2007), e.g. a carbon tax, mileage-based fare charge, transit and rideshare Improvements, land use development, or walking and cycling improvement. Specifically, carbon tax within increasing fuel tax gradually and predictably is the most efficient energy conservation and emission reduction strategy (Litman 2011). Governments need to conduct a national communications program to make people aware of the effects related to the oil consumption and its impact on reducing the vulnerability of oil (Robinson et. al 2005) Fuel Policy in United States of America (US)

Boomberg (2007) conduct a study in Austin, Texas (United States of America) and investigate about how travelers respond to gas prices spike in September 2005 within a survey of over 500 residents. He examined the responds during and after the spike and found that respondents tend to react by managing their travel as a result of high prices. Boomberg (2007) found that travelers are most likely to respond by reducing their overall driving caused 75% reduction in short-term gasoline demand for the reduction of vehicle miles traveled. Such reduction may be achieved by changing modes, trip chaining, and driving style.

## **DATA COLLECTION**

The primary data of this thesis is obtained from interview survey with questionnaires in order to gather their response toward fuel subsidy removal policy in Jakarta. First, the interview is conducted to worker respondents who owns automobile and motorcycle. This study use e-mail interviews, which are commonly used by researcher as a digital era is spread used today and also employ online interview using social media on Facebook. Using purposive sampling as dominant strategy in qualitative research and to gather in depth information-rich (Patton, 1990), hence, the interview is conducted to 19 persons, with 7 as car users and 12 motorcycle users. Qualitative interviewing utilizes open-ended questions that allow for individual variations, with a list of questions or general topics is made for interview guide or "schedule". The interview is ended with those 19 persons as the emergence of similarities and regularities in data gathered already.

Meanwhile, questionnaire surveys were conducted by online survey in April to May 2014 for workers in Jakarta, altogether, 179 respondents; which are 135 private vehicle users and 44 non-private vehicle users. Data collection was conducted for workers in Jakarta who lives in Jakarta or surrounded city, i.e. Bogor, Tangerang, Bekasi and Depok. Survey with questionnaires is conducted after interviewed done, and the questions will be adaptable based on interview result. The questionnaire survey consists of 26 questions aiming to capture how traveler will response the fuel subsidy removal policy in Jakarta. In addition, there will be three scenarios of how fuel subsidy will be implemented (25%, 50%, or 100% removal) which proposes six stated preference options about how traveler will give a response, and the respondents are asked to rank from 1 to six based on their primary consideration.

## **EMPIRICAL STUDY**

### **The Overview of Existing Transportation in Jakarta**

Transportation problems in Jakarta are getting worse, which is predicted become total gridlock in 2014, if there is no significant action to solve such problem (Susantono et. al 2011). Jakarta has a policy about macro transport master-plan in order to handle transport system and traffic congestion, which is established in the Regional Regulation of Jakarta Province No. 103/2007. This policy is designated to improve the efficiency and effectiveness of mobility, thus, it will simultaneously give a positive impacts, i.e. reducing pollution, operational cost, and improving transportation system. To date, the new Government has renewed the policy and targeted to generate an efficient, integrated, and comprehensive road network and system; thus, 60% (sixty percent) of residents targeted will travel by public transport and increase the average speed of 35 km/hour at minimum. Development of Public Transport in Jakarta becomes one of the purposes of the city government in Jakarta Transportation Master Plan to reduce congestion. Public transport

development in Jakarta Masterplan is divided into several kinds of modes, i.e. BRT TransJakarta, Commuter Line, and MRT/Subway.

### **Fuel Policy in Indonesia**

Fuel subsidy system in Indonesia considered no longer sustainable as such system tends to encourage overconsumption and inefficient use of fuel and contort the efficient allocation of resources that indicate totally different things with sustainable notion (Widodo et. al 2012). State budget for increased spending on energy subsidies in the 2008-2013 timeframe of Rp223 trillion in 2008 and became Rp299, 8 trillion in the revised budget, in 2013. Meanwhile, subsidized fuel volume consumption in recent years tended to increase. Initially in 2008, the realization of subsidized fuel consumption reached 38.2 million kilolitres; in 2012 reached 43.3 million kilolitres, and in 2013 reached 48.0 million kilolitres. Particularly in Jakarta, the use of subsidized fuel up to 3 million kilolitres/year and spend around 12 trillion rupiahs to finance the fuel subsidy. In Indonesia, the state budget for mass transit is still much smaller than the fuel subsidy. Therefore, the fuel subsidy policy encourage people to drive more with their private vehicle, which cause terrible effect in traffic conditions in Jakarta.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Removing Subsidized Fuel matters in Indonesia**

From interviews, it was found that they tend to use their private vehicle as a primary mode choice for various reasons, i.e. time efficiency, high mobility, comfortable, cost efficiency, flexibility, good accessibility, and their bad experience using public transport. Similarly with the interview results, the questionnaire survey also shows significant number of respondents that feel their preference choice is because of its time efficiency. Other reasons of their choices in travel modes are also showing a resemblance between interview results, i.e. cost efficiency, comfortable, and safety. And that the average travel time 32.1 minutes and 18,5 % of respondents' travel time is around 11 to 20 minutes. Meanwhile a higher proportion of the respondents in travel cost is between Rp 201.000 – Rp 400.000 each month. Particularly, the reason of bad experience using public transport emerged in interviews, as Public Transport service in their opinion is unreliable, uncomfortable both in bus and shelter, unsafe, unsecure, and costly. According to the respondents, they are not usually using public transport in travel to work. Only 22,2 % of respondents are using Public Transport as their primary choice, while the other only use that for once a month (36,3 %), every 6 months (25,2 %), and never use (16,3 %).

Many issues need to be considered when enhancing links between sustainable public transport policy and fuel policy, especially fuel subsidy removal policy. Fuel policies can obliquely reduce the number of trips of private vehicle users, as the result of making efficiency of fuel expense (Goodwin et. al 2004). The subsidy for those fuel price is progressively grown even bigger by the time and more convoluted state budget, yet, fuel subsidy scheme also discords with sustainable notion (Widodo et. al 2012). Particularly in Jakarta, the use of subsidized fuel up to 3 million kilolitres/year, which is proven from questionnaire survey, it found that 48 % of respondents are using subsidized fuel for the whole consumption. The same evidence is also convinced by interview result, which is 13 persons of 19 interviewee always use subsidized fuel for their private vehicle. There are four reasons explained by respondents of their preference using subsidized fuel. Most

frequent answer of those reasons, about 43%, is cost efficiency offered by such fuel price. Other reasons occurs in the interviews are vehicle specification, no prohibition rule, and the distrust of the government's policy related to subsidy.

Accordingly, rather than wasting a big portion of National Budget only become wastage at traffic jam in Jakarta, produce more pollution and giving no beneficial through fuel subsidy; Government should reform the budget into other valuable sector, such as public transport improvement. Overall, there are various reasons and suggestions from interview result for implementing fuel subsidy removal, i.e. less restriction of private vehicle ownership tax, decentralized development which can reduce urbanization, and government need to coordinate policies with other regions and institutions.

Being asked about the opinion related to the effectiveness of Fuel Subsidy Removal policy, around 27 percent of respondents are neutral. Even though the equal proportion, around 21,79 %, are choosing "agree" and "disagree", yet, there is 41,34 % respondents choose 'agree' or 'strongly agree' with the effectiveness of implementing such policy in Jakarta. Beside the effectiveness opinion, respondents also questioned about expectation of Fuel Subsidy Reform to Public Transport in Jakarta, and it is found about 84,92 % respondents answer with 'agree' or 'strongly agree' (see Figure 1).

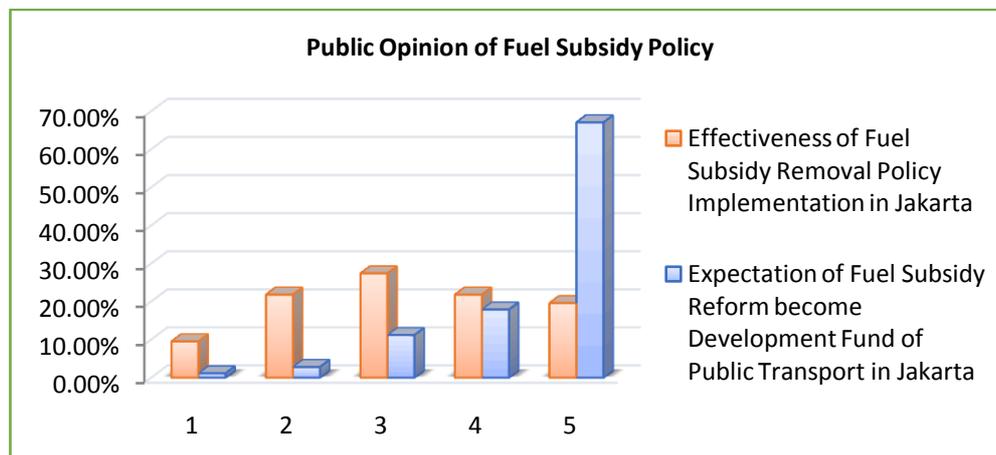


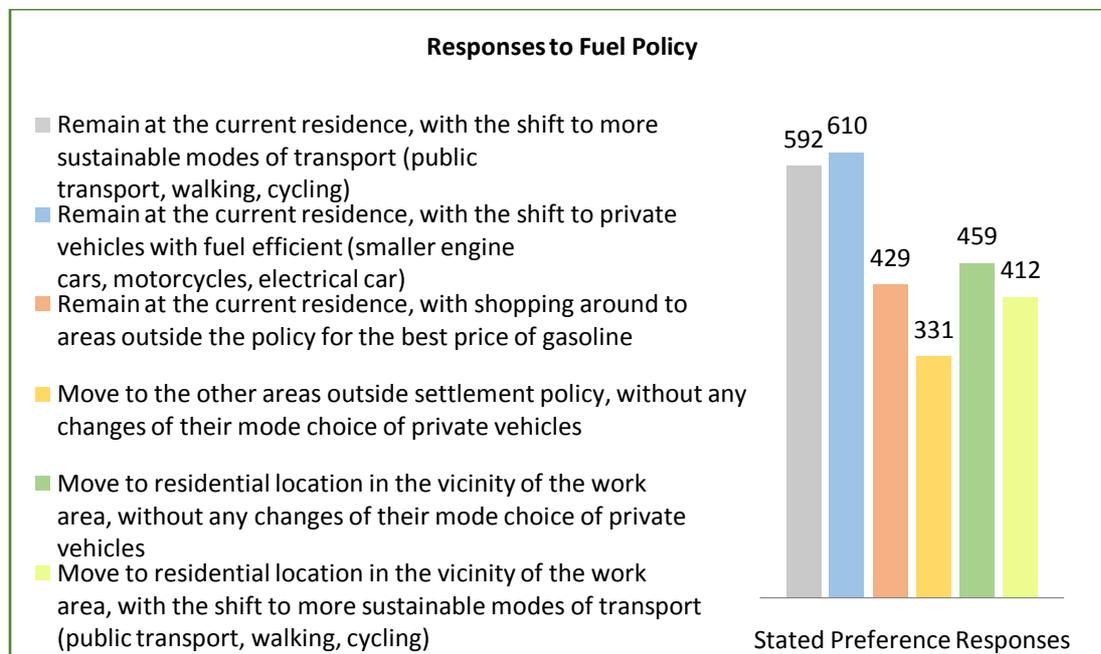
Figure 1 Public Opinion of Fuel Subsidy Policy

### Fuel Subsidy Removal policy proposal

The respondents were asked about how often they purchase subsidized fuel for their private vehicle, and found that 48 % of respondents are using subsidized fuel for the whole consumption. Further, the questionnaires are proposing 3 scenarios of Fuel Subsidy Removal policy that are 25 %, 50 % and 100 % removal scenario. The result also found that 50% of the respondents say that they are not affected with such policy in every scenario. Only 5% and 9 % reported responding to scenario of 25 % 50 % removal, while the rest 36 % are treated with scenario of 100 % removal. Meanwhile, the commuter from outside Jakarta area (Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi) are also showing the same pattern; with 43 % of respondents not affected with any scenarios and another 43% are only affected with the full removal of subsidy scenario. Further questions are asked whether to know at what price the respondents will give any response to fuel policy. It found that they are concerned mostly to shift their travel behaviour, only if the price of fuel price are above Rp 10.000/litre. The average rate for fuel price that might be considered to change it is around Rp 31.400 for premium price and Rp 26 300 for IDO each liter.

Another question also asked as the prediction of behavioural response questions addressed transportation related fuel subsidy removal. The behavioural questions were scored on ranking scales from 1 to 6 depends on their consideration of 6 stated preference response options. Regarding to such responses from questionnaire toward Fuel Subsidy Removal, high rank score from respondents is choosing to remain at the current residence, but followed by the changes of their travel mode choices to more efficient private vehicle. Sustainable issue are also mattered, as it comes out from the second highest score is their preferences to shift into sustainable transport, such as using public transport, walking, and cycling (see Figure 2). Similarly, the responses of the commuter from Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi are also showing that they tend to response the fuel policy within change their private vehicles to more fuel efficient fleet.

As some researchers shown strong evidence that gasoline consumption is very affected by the price and income, thus, a cross tab analysis was employed in this thesis by using these two variables. From the analysis using crosstab formula within household's income variable and fuel price preference shows that those with households' income from 2,5 million rupiah, mostly only affected by the price over Rp 10.000/litre. In addition, some respondents with 5 million to 10 million rupiah households' income are mostly affected within third scenario, and some other only response for fuel price around Rp 20.000 to Rp 30.000 per litre. It illustrates that perhaps income might influence their response to fuel policy. Relating to income effects, Godwin et al. (2004) argued that the increasing of income may lead car owners into the car market. In addition the rising income can also affect inefficiency of the use of fuel. Such choices can also raise the numbers of multiple cars per driver (e.g. 'sports' vehicles) in wealthy countries while, in poorer countries/households, it may be more correlated with the first acquisition of cars by non-workers who typically use them less.



**Figure 2** Responses to Fuel Policy

Litman (2011) also found that people's income determines travel behaviour. For example, within the increasing incomes, owning and operating a car becomes affordable. In this thesis, the result shows that fuel subsidy removal policy is not effectively affect those with high income households, thus, this policy will need to be supported by another policy since

most of the travellers still have high income to cover fuel price even without any subsidy on it. For instance, their company should arrange supporting police to force them not driving their private vehicle to the working place. However, as Sterner (2007) stated that this issue makes policy makers hesitate since it only gives politicians a small chance for re-election, thus, they should think carefully and eager to make a good integrated policy.

## CONCLUSSION AND MANAGERIAL IMPLICATIONS

Policy makers have to implemented sustainable transport in broader system towards innovations and value configuration within pull measures policy both locally and nationally. by generating transportation planning within sustainable paradigm- Therefore, it should carefully manage and reorganize policy options from locally and nationally. The planning should involve infrastructure, transportation facilities, and coordination with land development. Transport facilities development have to provide a high supply of public transit that is offering safety, reliable, less time-consuming, and cheap; and also better facility in walking and cycling path. Meanwhile, other policies should be considered by the government to create inconvenient policies for car users, such as higher taxes, higher parking cost and limited supply, fewer urban roads, lower speed limits, and traffic calming of neighbourhoods. Higher taxes for fuel can be implemented as a continuation of fuel subsidy removal policy.

Referring to behavioural questions in questionnaire survey, it shows that respondents tend to change their travel mode choices into more efficient private vehicle. Therefore, the government should work hard to improve the welfare of the community, especially to fix most of the transport sector to generate economic value. One effort that can be taken is to allocate transportation subsidies for public transportation, since the fuel subsidy is increasingly burden the national budget. Further, it should also involve coordination with land development. Particularly, improvement for fuel policy can be added higher taxes for fuel to continue fuel subsidy removal policy.

## REFERENCES

- Anand, R., Coady, D., Mohommad, M. A., Thakoor, M. V. V., & Walsh, M. J. P. (2013). The Fiscal and Welfare Impacts of Reforming Fuel Subsidies in India (No. 13-128). International Monetary Fund.
- Antara (2013). Ahok: subsidi BBM ibaratususbuntu. <http://www.antaraneews.com/berita/410252/ahok-subsidi-bbm-ibarat-usus-buntu>. (Available at 8-03-2014)
- Banister, D. (2003). Sustainable transport and public policy. *Transportation Engineering Planning Encyclopaedia of Life Support Systems (EOLSS)*.
- Bomberg, M., & Kockelman, K. M. (2007). Traveler response to the 2005 gas price spike. In *86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC*.
- BPH Migas (2012). Pembatasan Konsumsi BBM Bersubsidi. 9th edition. [www.bphmigas.co.id](http://www.bphmigas.co.id). (Available at 8-03-2014)
- Buehler, R. (2010). Transport policies, automobile use, and sustainable transport: a comparison of Germany and the United States. *Journal of Planning Education and Research*, 30(1), 76-93.

- Burniaux, J. M., & Chateau, J. (2011). Mitigation potential of removing fossil fuel subsidies: a general equilibrium assessment (No. 853). OECD Publishing.
- Curtis, C. (2008). Planning for sustainable accessibility: the implementation challenge. *Transport Policy*, 15(2), 104-112.
- Dargay, J. (2007). The effect of prices and income on car travel in the UK. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(10), 949-960.
- Goldman, T., & Gorham, R. (2006). Sustainable urban transport: Four innovative directions. *Technology in society*, 28(1), 261-273.
- Goodwin, P., Dargay, J., & Hanly, M. (2004). Elasticities of road traffic and fuel consumption with respect to price and income: a review. *Transport Reviews*, 24(3), 275-292.
- Graham, D. J., & Glaister, S. (2004). Road traffic demand elasticity estimates: a review. *Transport reviews*, 24(3), 261-274.
- IEA (2013): "Redrawing the Energy Climate Map World Energy Outlook Special Report."
- Litman, T (2007), Win-Win Transportation Emission Reduction Strategies, Victoria Transport Policy Institute ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/wwclimate.pdf](http://www.vtpi.org/wwclimate.pdf).
- Litman, T (2011), Changing Vehicle Travel Price Sensitivities: The Rebounding Rebound Effect, VTPI ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)); at [www.vtpi.org/VMT\\_Elasticities.pdf](http://www.vtpi.org/VMT_Elasticities.pdf).
- Litman, T., & Burwell, D. (2006). Issues in sustainable transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, 6(4), 331-347.
- Merrill, L. (2014). Reform of Fossil-fuel Subsidies: Nordic Cooperation on fossil-fuel subsidy reform in developing countries: Assessing Options and Opportunities. Copenhagen: *Nordic Council of Ministers*.
- Nidumolu, R., Prahalad, C.K. and Rangaswami M.R. (2009), "Why sustainability is now the key driver of innovation", *Harvard Business Review*, September 2009.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods* (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- Ministry of Finance. Financial Note and State Budget 2014. Jakarta: 2014. <http://www.anggaran.depkeu.go.id/dja/acontent/NK%202014.pdf>
- Robinson, B. W., Fleay, B. J., & Mayo, S. C. (2005, May). The impact of oil depletion on Australia. In *Proceedings of the IV International Workshop on Oil and Gas Depletion* (pp. 19-20).
- Sebhatu, S. P., Enquist, B., Johnson, M., & Gebauer, H. (2011). Sustainability and Innovating Value-Configuration Spaces for Innovative Public Transit Services.
- Sterner, T (2007). Fuel taxes: An important instrument for climate policy, *Energy Policy*, Volume 35, Issue 6, June 2007, Pages 3194-3202, ISSN 0301-4215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.025>.  
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421506004113>)
- Susantono, B., Santosa, W., Budiyo, A. (2011). Kepemilikan Kendaraan dan Pola Perjalanan. *Jurnal Transportasi* Vol. 11 No.3 Desember 2011
- Susilo, Y. O., Joewono, TB, Santosa, W, Parikesit, D, (2007). A reflection of motorization and public transport in the Jakarta Metropolitan Area: lessons learned and future implications towards better transportation development in developing countries, *The 7th Eastern Asia Society of Transportation Studies (EASTS) Conference*, Eastern

Asia Society of Transportation Studies, Eastern Asia Society of Transportation Studies, Dalian, China

Widodo, T., Sahadewo, G.A., Setiastuti, S.A., Chaerriyah, M.(2012). Impact of Fuel Subsidy Removal on Government Spending.Chapter 8.

## ANALISIS TINGKAT KEPUASAN KONSUMEN TERHADAP PELAYANAN BONGKAR-MUAT BARANG PADA TERMINAL PETIKEMAS SEMARANG

**Mudjiastuti Handajani**

Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Semarang  
Jl. Soekarno-Hatta Telp. 0246702757  
Semarang 50196  
[hmudjiastuti@yahoo.co.id](mailto:hmudjiastuti@yahoo.co.id)

**Yoeli Janto**

Dosen Sekolah Tinggi Maritim dan  
Transpor "Amni"  
Jl. Soekarno-Hatta No. 180 Telp. 0246710486  
Semarang 50199  
[yoelijanto@hotmail.com](mailto:yoelijanto@hotmail.com)

### Abstract

This study aims to analyze the level of consumer expectations and service performance and user satisfaction level loading service at Semarang Container Terminal. It also analyzes the factors that must be maintained, high priority, low priority and customer satisfaction. Total samples are 73 respondents (companies) with data analysis using Important Performance Analysis. Based on the analysis Cartesian diagram is known that factors are considered important in accordance with the reality perceived customer so there is relatively high level of satisfaction on factors Clarity Services, Disciplinary Service Officer, Justice of service and comfort environment. While the factors are considered less important by customer and in fact not too special in which an increase in attributes in this quadrant can be reconsidered due to influence on perceived benefits by small customer are factor procedures, responsibilities, speed of service and courtesy and hospitality workers.

**Keywords :** *Performance, Importance, Satisfaction, Service, Quality*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat harapan konsumen dan kinerja layanan serta tingkat kepuasan pengguna jasa bongkar muat pada Terminal Petikemas Semarang. Selain itu juga menganalisis faktor yang harus dipertahankan, prioritas utama dan prioritas rendah dari kepuasan *customer*. Sampel yang digunakan sebanyak 73 responden (perusahaan) dengan analisis data menggunakan *Important Performance Analysis*. Berdasarkan hasil analisis diagram Kartesius diketahui bahwa faktor-faktor yang dianggap penting telah sesuai dengan kenyataan yang dirasakan oleh pelanggan sehingga tingkat kepuasan relatif tinggi terdapat pada faktor kejelasan petugas pelayanan, kedisiplinan petugas pelayanan, keadilan mendapatkan pelayanan dan kenyamanan lingkungan. Sedangkan faktor-faktor yang dianggap kurang penting oleh pelanggan dan pada kenyataannya tidak terlalu istimewa dimana peningkatan pada atribut-atribut dalam kuadran ini dapat dipertimbangkan kembali karena pengaruh terhadap manfaat yang dirasakan oleh pelanggan sangat kecil adalah faktor prosedur pelayanan, tanggungjawab petugas pelayanan, kecepatan pelayanan dan kesopanan dan keramahan petugas.

**Kata Kunci :** *Kinerja, Kepentingan, Kepuasan, Layanan, Kualitas*

## PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan salah satu dari tiga pelabuhan besar di pantura pulau Jawa, disamping Tanjung Priok (di belahan barat) dan Tanjung Perak (di bagian timur). Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan utama di Jawa Tengah. Peran pelabuhan Tanjung Emas menjadi sangat penting dan strategis, karena merupakan simpul utama perekonomian dan pintu gerbang ekspor import Provinsi Jawa Tengah.

Terminal Petikemas Semarang (TPKS) terletak di lokasi strategis di tengah-tengah pulau Jawa, memberikan pelayanan jasa petikemas (*container terminal handling*) yang handal, aman, terintegrasi antar moda serta didukung dengan penggunaan teknologi informasi yang modern dan didesain untuk memenuhi kebutuhan penggunaan jasa. TPKS sangat siap terhadap persaingan dan kompetisi dengan mengusung spirit memberikan pelayanan

terbaik kepada pengguna jasa dengan sepenuh hati dan dengan kebersamaan meningkatkan pelayanan PRIMA, yaitu *Professional, Responsif, Inovatif, Modern dan Akuntabel*. Komitmen Manajemen TPKS adalah memberikan pelayanan terbaik kepada pengguna jasa dengan sepenuh hati (Pelabuhan Indonesia III, 2013).

Selama tahun 2012 – 2013 masih ada keluhan dan berulang dari tahun 2012 ke 2013. Keluhan ini disampaikan oleh konsumen TPKS melalui media SMS keluhan, kartu saran/pengaduan pengguna jasa, email *Customer Service* dan surat yang disampaikan kepada manajemen TPKS. Adanya keluhan ini menandakan masih adanya kelemahan dari pelayanan yang diberikan TPKS kepada konsumennya sehingga dapat menyebabkan ketidakpuasan dari konsumen.

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang perlu meningkatkan kinerja operasional pelayanan petikemas baik proses bongkar muat maupun penanganan petikemas di lapangan (Handajani, 2004). Pada hakikatnya tujuan bisnis adalah untuk menciptakan dan mempertahankan pelanggan. Segala sesuatu tindakan yang diambil oleh manajemen tidak akan ada gunanya apabila tidak menghasilkan peningkatan kepuasan pelanggan. Kini semakin didasari bahwa kualitas pelayanan dan kepuasan pelanggan adalah suatu hal yang sangat vital dalam dunia bisnis. Berbagai pengungkapan dirumuskan oleh perusahaan, seperti “pembeli adalah raja”, “kepuasan anda adalah kebahagiaan bagi kami” (Irawan, 2003).

Pihak manajemen harus sadar akan tingginya persaingan dalam pasar globalisasi saat ini, sehingga memicu bagi pihak manajemen untuk selalu mengantisipasi dengan berbagai cara agar dapat memperoleh pangsa pasar. Dengan semakin besarnya pangsa pasar yang diperoleh maka dimungkinkan suatu perusahaan tersebut memperoleh pasar yang tinggi agar dapat terus bersaing dan melanjutkan kelangsungan usahanya. Pangsa pasar biasanya memilih produk dan jasa yang memberikan nilai terbesar bagi mereka. Jadi, kunci agar berhasil dan dapat mempertahankan pasar tersebut adalah memahami lebih baik kebutuhan dan proses pembelian mereka, termasuk di dalamnya dengan memberikan mutu dan servis yang terbaik, sehingga *customer* merasa puas.

## **MAKSUD DAN TUJUAN**

Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud untuk mengetahui tingkat kepuasan *customer* berdasarkan 14 dimensi tersebut terhadap pelayanan jasa bongkar muat barang di Terminal Petikemas Semarang. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis tingkat kepuasan konsumen terhadap pelayanan bongkar muat dan menganalisis faktor yang harus dipertahankan, prioritas utama dan prioritas rendah dari kepuasan *customer* bongkar muat barang pada Terminal Petikemas Semarang.

## **MANFAAT**

Manfaat dari penelitian ini ialah dapat meningkatkan pelayanan bongkar muat barang pada terminal Petikemas Semarang.

## TINJAUAN PUSTAKA

Harapan pelanggan mempunyai peranan yang besar dalam menentukan kualitas produk (barang dan jasa) dan kepuasan pelanggan yang pada dasarnya terdapat hubungan antara penentuan kualitas dan kepuasan pelanggan. Dalam mengevaluasinya, pelanggan akan menggunakan harapannya sebagai standar atau acuan. Dalam konteks kepuasan pelanggan, umumnya harapan merupakan perkiraan atau keyakinan pelanggan tentang apa yang akan diterimanya (Tjiptono, 2005). Ada dua tingkat kepentingan pelanggan, yaitu : *Adequate service* adalah tingkat kinerja minimal yang masih dapat diterima berdasarkan perkiraan jasa yang mungkin akan diterima dan tergantung pada alternatif yang tersedia. *Adequate service* dipengaruhi oleh keadaan darurat, ketersediaan alternatif, derajat keterlibatan pelanggan, faktor – faktor yang tergantung situasi, pelayanan yang diperkirakan. Sedangkan *Desired service* adalah tingkat kinerja jasa yang diharapkan pelanggan akan diterimanya, yang merupakan gabungan dari kepercayaan pelanggan mengenai apa yang dapat dan diterimanya. *Desired service* dipengaruhi oleh keinginan untuk dilayani dengan baik dan benar, kebutuhan perorangan, janji secara langsung, janji secara tidak langsung, komunikasi mulut – ke mulut, dan pengalaman masa lalu.

*Zone of tolerance* adalah daerah di antara *adequate service* dan *desired service*, yaitu daerah dimana variasi pelayanan yang masih dapat diterima oleh pelanggan. *Zone of tolerance* dapat mengembang dan menyusut, serta berbeda – beda untuk setiap individu, perusahaan, situasi dan aspek jasa. Apabila pelayanan yang diterima oleh pelanggan berada di bawah *adequate service*, pelanggan akan frustrasi dan kecewa. Sedangkan apabila pelayanan yang diterima pelanggan melebihi *desired service*, pelanggan akan sangat puas dan terkejut (Supranto, 2007).

Gerson (2002) berpendapat bahwa pada pelayanan publik disebutkan bahwa hakekat pelayanan publik adalah pemberian pelayanan prima kepada masyarakat yang merupakan perwujudan kewajiban aparatur negara sebagai abdi masyarakat. Disadari bersama bahwa kebijakan pemerintah khususnya dalam peningkatan kualitas pelayanan publik, senantiasa harus memperhatikan tuntutan dan dinamika masyarakat dan terwujudnya pelayanan publik yang berkualitas merupakan salah satu ciri keberhasilan suatu lembaga/instansi pemerintah.

Menurut Aprilia (2011) mengingat jenis pelayanan publik sangat beragam dan berbeda antara satu instansi dengan instansi yang lain, maka pemerintah melalui Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara telah menetapkan Indeks Kepuasan Masyarakat (IKM), dengan Surat Keputusan Nomor : KEP/25M.PAN/2/2004 tanggal 24 Pebruari 2004, yang terdiri dari 14 unsur dalam rangka mendukung program Tata Kepemerintahan yang bersih (*Good Governance*), sebagai berikut : 1) Prosedur Pelayanan, yaitu kemudahan tahapan pelayanan yang diberikan kepada masyarakat dilihat dari sisi kesederhanaan alur pelayanan. 2) Persyaratan Pelayanan, yaitu persyaratan teknis dan administratif yang diperlukan untuk mendapatkan pelayanan sesuai dengan jenis pelayanannya. 3) Kejelasan Petugas Pelayanan, yaitu keberadaan dan kepastian petugas yang memberikan pelayanan (nama, jabatan serta kewenangan dan tanggung jawabnya). 4) Kedisiplinan Petugas Pelayanan, yaitu kesungguhan petugas dalam memberikan pelayanan terutama terhadap konsistensi waktu kerja sesuai ketentuan yang berlaku. 5) Tanggung jawab Petugas Pelayanan, yaitu kejelasan wewenang dan tanggung jawab petugas dalam penyelenggaraan dan penyelesaian pelayanan. 6) Kemampuan Petugas Pelayanan, yaitu tingkat keahlian dan

ketrampilan yang dimiliki petugas dalam memberikan/menyelesaikan pelayanan kepada masyarakat. 7) Kecepatan Pelayanan, yaitu target waktu pelayanan dapat diselesaikan dalam waktu yang telah ditentukan oleh unit penyelenggara pelayanan. 8) Keadilan Mendapatkan Pelayanan, yaitu pelaksana pelayanan yang tidak membedakan golongan/status masyarakat yang dilayani. 9) Kesopanan dan Keramahan Petugas, yaitu sikap dan perilaku petugas dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat secara sopan dan ramah serta saling menghargai dan menghormati. 10) Kewajaran Biaya Pelayanan, yaitu keterjangkauan masyarakat, yaitu keterjangkauan masyarakat terhadap besarnya biaya yang ditetapkan oleh unit pelayanan. 11) Kepastian Biaya Pelayanan, yaitu kesesuaian antara biaya yang dibayarkan dengan biaya yang telah ditetapkan. 12) Kepastian Jadwal Pelayanan, yaitu pelaksanaan waktu pelayanan, sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. 13) Kenyamanan Lingkungan, yaitu kondisi sarana dan prasarana pelayanan yang bersih, rapi dan teratur sehingga dapat memberikan rasa nyaman kepada penerima pelayanan. 14) Keamanan Pelayanan, yaitu terjaminnya tingkat keamanan lingkungan unit penyelenggara pelayanan ataupun sarana yang digunakan, sehingga masyarakat merasa tenang untuk mendapatkan pelayanan terhadap resiko-resiko yang diakibatkan dari pelaksanaan pelayanan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memberikan kejelasan kepada responden maka disertakan beberapa jawaban alternatif yang dapat dipilih dengan jelas. Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dengan metode dokumentasi dimana memperoleh data dari kantor Terminal Petikemas Semarang, literatur dan sumber-sumber pustaka lainnya.

Populasi dalam penelitian ini adalah pengguna (*user*) jasa Terminal Petikemas Semarang (TPKS) yang berjumlah 258 perusahaan. Sampel diambil dengan menggunakan rumus Slovin (Umar, 2004):

$$n = \frac{N}{1 + (N(Moe)^2)} \quad (1)$$

keterangan :

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

Moe = Margin of error Maximum (toleransi kesalahan = 10 %)

Berdasarkan rumus tersebut diperoleh jumlah sampel sebanyak 72,07. Pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan sebanyak 73 responden. Teknik sampling yang digunakan adalah accidental sampling yaitu sampel yang digunakan adalah responden yang ditemui pada saat penelitian.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Prinsip dasar *Importance Performance Analysis* (IPA) yaitu perkalian bobot kepentingan dan kepuasan dari masing-masing responden sehingga diperoleh rata-rata indeks kinerja dari masing-masing parameter

tinjauan. Penelitian analisa IPA dilakukan pada konsumen jasa Terminal Petikemas Semarang (TPKS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Importance-Performance Analysis* akan digunakan untuk memperoleh tingkat kesesuaian antara kinerja layanan jasa petikemas dengan harapan responden atas layanan jasa petikemas. Dengan ketentuan bahwa kepuasan layanan Terminal Petikemas Semarang merupakan tingkat kesesuaian antara kinerja yang telah dilakukan Terminal Petikemas Semarang terhadap tingkat kepentingan/harapan pengguna jasa atau konsumen.

### Data

Di bawah ini disajikan data mengenai tingkat kepuasan atau kesesuaian yang dirasakan oleh pengguna layanan jasa petikemas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1** Skor Penilaian Harapan dan Kinerja

No.	Dimensi	Indikator	Kepentingan	Kinerja	TKI	Kategori
1.	Prosedur Pelayanan	Kejelasan prosedur pemrosesan dokumen <i>Container Equipment Interchange Receipt / Job Order</i> , pengiriman ( <i>ekspor</i> ), pengambilan ( <i>Impor</i> ) Petikemas dari pihak TPKS	4,27	2,40	56,09%	Cukup Puas
		Kejelasan prosedur komplain dari konsumen	4,40	2,41	54,83%	Cukup Puas
<b>Total</b>			<b>4,34</b>	<b>2,40</b>	<b>55,45 %</b>	Cukup Puas
2.	Persyaratan Pelayanan	Persyaratan yang jelas dalam CEIR	4,53	2,59	57,10%	Cukup Puas
		Persyaratan yang mudah dimengerti konsumen	4,74	2,03	42,77%	Kurang Puas
<b>Total</b>			<b>4,64</b>	<b>2,31</b>	<b>49,78 %</b>	Kurang Puas
3.	Kejelasan Petugas Pelayanan	Kejelasan informasi pemrosesan dokumen CEIR	4,56	2,82	61,86%	Cukup Puas
		Petugas TPKS memberikan informasi jelas dan mudah dimengerti tentang prosedur pelayanan ekspor/impor kepada pelanggan	4,64	2,64	56,93%	Cukup Puas
<b>Total</b>			<b>4,60</b>	<b>2,73</b>	<b>59,38 %</b>	Cukup Puas
4.	Kedisiplinan Petugas Pelayanan	Petugas disiplin sesuai dengan bidang tugasnya	4,47	2,62	58,59%	Cukup Puas
		Kepastian petugas dalam memberikan layanan kepada konsumen	4,63	2,93	63,31%	Cukup Puas

	<b>Total</b>		<b>4,55</b>	<b>2,77</b>	<b>60,99%</b>	Cukup Puas
5.	Tanggung-Jawab Petugas Pelayanan	Petugas yang bertanggung jawab atas dokumen penting konsumen	4,01	2,56	63,82%	Cukup Puas
		Petugas yang bertanggung jawab atas barang yang terdapat dalam petikemas	4,14	2,10	50,66%	Kurang Puas
	<b>Total</b>		<b>4,08</b>	<b>2,33</b>	<b>57,14%</b>	Cukup Puas
6.	Kemampuan Petugas Pelayanan	Kemampuan petugas dalam menyelesaikan masalah konsumen	4,62	2,45	53,12%	Cukup Puas
		Kemampuan petugas dalam melakukan bongkar muat barang	4,52	2,64	58,48%	Cukup Puas
		Kemampuan petugas dalam berkomunikasi dengan konsumen	4,60	2,40	52,08%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,58</b>	<b>2,50</b>	<b>54,54%</b>	Cukup Puas
7.	Kecepatan Pelayanan	Kecepatan pemrosesan dokumen CEIR	4,23	2,49	58,90%	Cukup Puas
		Pelayanan cepat, tepat, ramah, siap menolong	4,36	2,44	55,97%	Cukup Puas
		Pelayanan operator bongkar muat Petikemas cepat tepat	4,36	2,45	56,29%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,32</b>	<b>2,46</b>	<b>57,04%</b>	Cukup Puas
8.	Keadilan Mendapatkan Pelayanan	Kesamaan hak konsumen dalam mendapatkan pelayanan	4,53	2,73	60,12%	Cukup Puas
		Keadilan konsumen dalam mendapatkan informasi pelayanan	4,64	2,85	61,36%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,59</b>	<b>2,79</b>	<b>60,75%</b>	Cukup Puas
9.	Kesopanan dan Keramahan Petugas	Petugas yang ramah dan sopan dalam melayani konsumen	4,15	2,32	55,78%	Cukup Puas
		Petugas yang mengerti kebutuhan konsumen	4,27	2,29	53,53%	Cukup Puas
		Petugas yang memperhatikan kepentingan konsumen	4,40	2,56	58,26%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,27</b>	<b>2,39</b>	<b>55,88%</b>	Cukup Puas
10.	Kewajaran Biaya Pelayanan	Biaya yang sesuai dengan peraturan yang berlaku	4,36	2,26	51,89%	Cukup Puas
		Keberadaan pungutan liar di sekitar TPKS	4,41	2,40	54,35%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,38</b>	<b>2,33</b>	<b>53,13%</b>	Cukup Puas
11.	Kepastian Biaya Pelayanan	Biaya pelayanan yang transparan	4,40	2,27	51,71%	Cukup Puas
		Kepastian biaya pengiriman dan penerimaan barang di TPKS	4,51	2,37	52,58%	Cukup Puas

	<b>Total</b>		<b>4,45</b>	<b>2,32</b>	<b>52,15 %</b>	Cukup Puas
12.	Kepastian Jadwal Pelayanan	Kepastian jam pelayanan	3,77	2,84	75,27%	Puas
		Konsistensi jadwal pelayanan	3,71	2,53	68,27%	Puas
	<b>Total</b>		<b>3,74</b>	<b>2,68</b>	<b>71,7%</b>	<b>Puas</b>
13.	Kenyamanan Lingkungan	Kebersihan dan kerapihan gedung TPKS beserta karyawannya	4,36	2,73	62,58%	Cukup Puas
		Penataan eksterior dan interior di Kantor TPKS	4,42	2,41	54,49%	Cukup Puas
		Kelengkapan, kesiapan dan kebersihan peralatan / <i>container handling</i> TPKS	4,52	2,92	64,55%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,43</b>	<b>2,68</b>	<b>60,5%</b>	<b>Cukup Puas</b>
14.	Keamanan Pelayanan	Keamanan barang dari gangguan pencurian	4,30	2,40	55,73%	Cukup Puas
		Kerahasiaan barang dari pihak luar	4,40	2,66	60,44%	Cukup Puas
	<b>Total</b>		<b>4,35</b>	<b>2,53</b>	<b>58,11 %</b>	<b>Cukup Puas</b>

Sumber: Janto (2014)

### Analisis Data

Pada analisis Tingkat Kepuasan Responden akan diuraikan mengenai kepuasan masing-masing responden. Perhitungan pada analisis ini digunakan *Importance-Performance Analysis* untuk memperoleh tingkat kesesuaian antara kinerja pelayanan dengan harapan responden atas pelayanan yang diberikan. Berikut disajikan tingkat kepuasan masing-masing responden pengguna layanan jasa Terminal Petikemas Semarang :

**Tabel 2** Tingkat Kepuasan Masing-masing Indikator

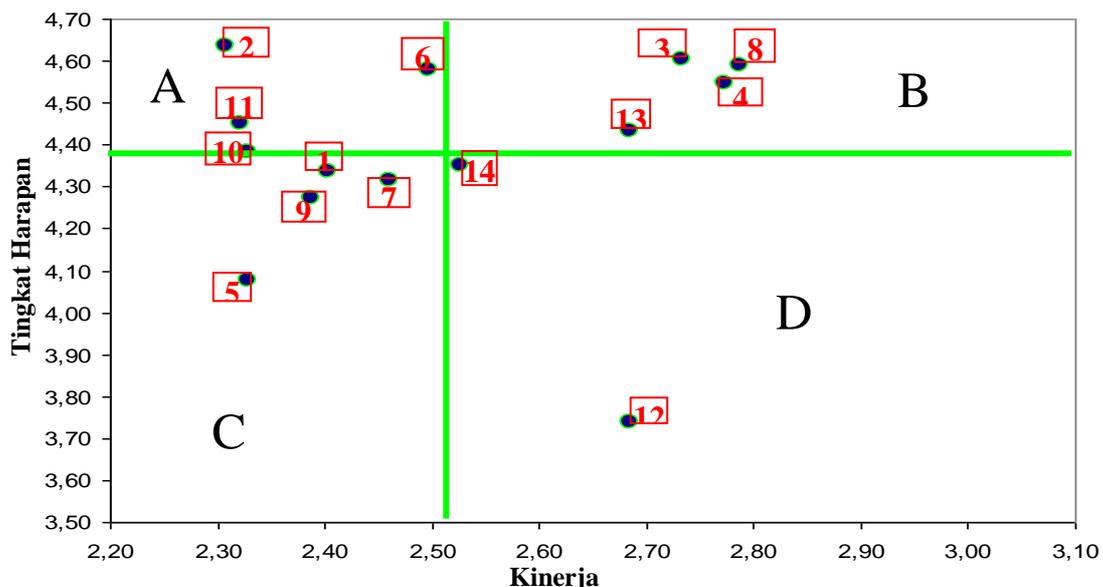
No	Dimensi	KEPENTINGAN	KINERJA	Tki	Kategori
1	Prosedur Pelayanan	4,34	2,40	55,45%	Cukup Puas
2	Persyaratan Pelayanan	4,64	2,31	49,78%	Kurang Puas
3	Kejelasan Petugas Pelayanan	4,60	2,73	59,38%	Cukup Puas
4	Kedisiplinan Petugas Pelayanan	4,55	2,77	60,99%	Cukup Puas
5	Tanggungjawab Petugas Pelayanan	4,08	2,33	57,14%	Cukup Puas
6	Kemampuan Petugas Pelayanan	4,58	2,50	54,54%	Cukup Puas
7	Kecepatan Pelayanan	4,32	2,46	57,04%	Cukup Puas
8	Keadilan Mendapatkan Pelayanan	4,59	2,79	60,75%	Cukup Puas
9	Kesopanan & Keramahan Petugas	4,27	2,39	55,88%	Cukup Puas
10	Kewajaran Biaya Pelayanan	4,38	2,33	53,13%	Cukup Puas
11	Kepastian Biaya Pelayanan	4,45	2,32	52,15%	Cukup Puas
12	Kepastian Jadwal Pelayanan	3,74	2,68	71,79%	Puas
13	Kenyamanan Lingkungan	4,43	2,68	60,56%	Cukup Puas
14	Keamanan Pelayanan	4,35	2,53	58,11%	Cukup Puas

Sumber: Janto (2014)

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat diketahui bahwa dari 14 (empat belas) faktor yang digunakan untuk mengukur kinerja jasa layanan Terminal Petikemas Semarang diketahui bahwa secara umum pelanggan sudah merasa cukup puas dengan kinerja layanan yang dilakukan perusahaan Terminal Petikemas Semarang.

Selanjutnya dari perhitungan tingkat kesesuaian konsumen di atas dianalisis menggunakan diagram Kartesius. Diagram Kartesius bertujuan untuk menilai seluruh dimensi kinerja perusahaan jasa layanan pelayanan Terminal Petikemas Semarang berdasarkan harapan konsumen. Diagram juga akan dapat menentukan posisi masing-masing dimensi pelayanan sehingga dapat diketahui strategi pelayanan yang harus dijalankan oleh Terminal Petikemas Semarang yang akan datang.

Pada Gambar 1 Diagram Kartesius menunjukkan bahwa, unsur-unsur pelaksanaan kinerja atau pelayanan yang menyebabkan kepuasan pengguna jasa Terminal Petikemas Semarang terbagi menjadi empat bagian. Masing-masing variabel pada keempat kuadran dapat dijelaskan sebagai berikut:



Sumber: Janto (2014)

**Gambar 1** Diagram Kartesius Kinerja terhadap Tingkat Harapan

Aspek Persyaratan Pelayanan, Kemampuan Petugas Pelayanan, Kewajaran Biaya Pelayanan dan Kepastian Biaya Pelayanan masih jauh di bawah harapan para pengguna jasa Terminal Petikemas Semarang. Kinerja pelayanan Terminal Petikemas Semarang merupakan alat ukur dalam menentukan tingkat pencapaian keberhasilan kinerja perusahaan dalam memberikan layanan kepada konsumennya yang merupakan alat untuk

mengetahui dampak dari suatu kebijakan yang telah dilakukan serta terciptanya pelayanan Terminal Petikemas Semarang yang efektif dan efisien.

Kepuasan pelanggan Terminal Petikemas Semarang adalah tingkat perasaan yang timbul antara harapan dan layanan yang diterima tingkat kepuasan merupakan fungsi dari perbedaan antara kinerja yang dirasakan dengan harapan. Apabila kinerja di bawah harapan, maka pelanggan akan kecewa, bila kinerja sesuai dengan harapan, pelanggan akan puas, sedangkan jika kinerja melebihi harapan, pelanggan akan sangat puas. Menurut Triatmodjo (2009) bahwa kepuasan pelanggan Terminal Petikemas Semarang merupakan tingkat yang dirasakan pelanggan sebagai hasil perbandingan antara kinerja aktual produk (*perceived performance*) dengan harapan pelanggan (*respon expectations*). Dari definisi ini, menunjukkan bahwa pada dasarnya pengertian kepuasan pelanggan mencakup perbedaan antara harapan dengan kinerja atau hasil yang dirasakan. Dengan kata lain, kepuasan pelanggan adalah sejauh mana anggapan kinerja produk memenuhi harapan pelanggan. Bila yang diterima sama atau bahkan lebih dari harapannya, maka pelanggan akan puas. Untuk itu perbaikan dalam aspek Persyaratan Pelayanan, Kemampuan Petugas Pelayanan, Kewajaran Biaya Pelayanan dan Kepastian Biaya Pelayanan segera dilaksanakan. Hal ini disebabkan pelanggan merasa aspek tersebut adalah aspek yang memiliki kinerja yang jauh dari harapan pelanggan.

Ukuran keberhasilan penyelenggaraan pelayanan ditentukan oleh tingkat kepuasan penerima pelayanan. Kepuasan penerima pelayanan dicapai apabila penerima pelayanan memperoleh pelayanan sesuai dengan yang dibutuhkan dan diharapkan. Dengan berpedoman pada hal itu, diharapkan Terminal Petikemas Semarang sebagai salah satu penyelenggara pelayanan publik, dalam hal ini manajemen yang dalam pelaksanaan tugasnya senantiasa bersinggungan langsung dengan konsumen, hendaknya senantiasa mencari *feed back* atau membuka diri dengan segala kritik guna mengevaluasi diri terhadap bentuk pelayanan yang sudah dilakukan, untuk selanjutnya memperbaiki diri dan mencari solusi untuk perbaikan pelayanan lebih lanjut (Oliver, 2003).

Evaluasi dan perbaikan yang dilakukan oleh manajemen Terminal Petikemas Semarang dalam aspek-aspek yang jauh dari harapan konsumen dimaksudkan agar terpenuhinya harapan pelanggan di masa yang akan datang. Komplain yang terjadi pada manajemen Terminal Petikemas Semarang selama tahun 2012 – 2013 yang disampaikan melalui media SMS keluhan, kartu saran/pengaduan pengguna jasa, email *Customer Service* dan surat diusahakan tidak akan terjadi lagi. Hal ini disebabkan manajemen Terminal Petikemas Semarang akan lebih tanggap terhadap aspek-aspek yang menjadi perhatian pelanggan dalam mendapatkan pelayanan di Terminal Petikemas Semarang.

## **KESIMPULAN**

Pengguna jasa Terminal Petikemas Semarang pada merasa puas pada faktor Kepastian Jadwal Pelayanan. Sedangkan yang masuk dalam kategori cukup puas terdapat pada faktor Prosedur Pelayanan, Persyaratan Pelayanan, Kejelasan Petugas Pelayanan, Kedisiplinan Petugas Pelayanan, Tanggung jawab Petugas Pelayanan, Kemampuan Petugas Pelayanan, Kecepatan Pelayanan, Keadilan Mendapatkan Pelayanan,

Kesopanan dan Keramahan Petugas, Kewajaran Biaya Pelayanan, Kepastian Biaya Pelayanan, Kenyamanan Lingkungan dan Keamanan Pelayanan.

Aspek persyaratan pelayanan, kemampuan petugas pelayanan, kewajaran biaya pelayanan, dan kepastian biaya pelayanan merupakan prioritas utama dalam meningkatkan kepuasan pelanggan. Usaha yang dapat dilakukan oleh manajemen Terminal Petikemas Semarang adalah: 1) Melakukan sosialisasi terhadap persyaratan wajib yang harus dipenuhi pelanggan dalam melakukan pengiriman dan penerimaan peti kemas dalam dan luar negeri; 2) Memberikan pendidikan dan pelatihan khusus karyawan dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan; 3) Meningkatkan kemampuan karyawan dalam bongkar muat barang; 4) Tegas kepada pegawai yang membebankan biaya tambahan di luar ketentuan manajemen; 5) Menghapus dan mencegah timbulnya praktek percaloan; 6) Sosialisasi biaya yang dibebankan kepada pelanggan setiap tahapan pelayanan di Terminal Petikemas Semarang; 7) Melarang pegawai menerima biaya tambahan untuk kepentingan pribadi; 8) Membuat standar atau tolak ukur; misal standar waktu dalam setiap proses pelayanan yang diberikan kepada pelanggan. Adanya standar waktu pelayanan dapat meningkatkan transparansi pelayanan yang diberikan kepada pelanggan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, M. 2011. *Evaluasi Terhadap Kualitas Pelayanan Publik Melalui Kajian Indeks Kepuasan Masyarakat (IKM) Pada Unit Referensi UPU Perpustakaan Universitas Gadjah Mada. Ilmu Administrasi Undip : Tesis Magister.*
- Gerson, R., 2002, *Service quality, relationship satisfaction, trust, commitment and business-to-business loyalty*”, *Journal of Commerce*, 2002.
- Handajani, M. 2004. *Analisis Kinerja Operasional Bongkar Muat Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas, Jurnal Transportasi Volume 4 Tahun I Juni 2004. Hal. 1 – 12.*
- Irawan, H. 2003. *Analisis Kepuasan Konsumen dalam Penggunaan Jasa Internet, Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia 13 (3) : 70 – 79.*
- Supranto. 2007. *Manajemen Pemasaran Modern. Yogyakarta : Liberty.*
- Janto, Yoeli. 2014. *Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap Pelayanan Bongkar-muat Barang pada Terminal Petikemas Semarang. Magister Teknik Sipil Undip Semarang.*
- Oliver, D. H. 2003. *Total Quality Service, Principle, Practices, and Implimentation, Delray Beachm : St. Lucie Press.*
- Pelabuhan Indonesia III, PT. 2013. Sistem dan Prosedur Pelayanan Jasa Petikemas Terminal Petikemas Semarang.*
- Surat Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor : KEP/25M.PAN/2/2004 tentang Pedoman Umum Penyusunan Indeks Kepuasan Masyarakat (IKM).
- Tjiptono, F. 2005. *Manajemen Jasa. Yogyakarta :Andi.*
- Triatmodjo, B. 2009. *Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta : Beta Offset.*
- Umar, Husein. 2005. *Studi Kelayakan Bisnis. Edisi Ketiga. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.*

## PENGEMBANGAN KENDARAAN ANGKUTAN BARANG MURAH PERDESAAN

**Endang Widjajanti**  
Program Studi Teknik Sipil-FTSP  
Institut Sains dan Teknologi  
Nasional  
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa  
Jakarta 12620  
[e-mail:wiwin62@gmail.com](mailto:wiwin62@gmail.com)

**Ismono Kusmaryono**  
Program Studi Teknik Sipil-FTSP  
Institut Sains dan Teknologi  
Nasional  
Jl. Moh. Kahfi II, Jagakarsa  
Jakarta 12620  
[e-mail: ikusmaryono@gmail.com](mailto:ikusmaryono@gmail.com)

**Karyawan**  
UPT-LAGG Badan Pengkajian dan  
Penerapan Teknologi (BPPT)  
Serpong, Tangerang Selatan  
e-mail:  
[karyawanwawang@gmail.com](mailto:karyawanwawang@gmail.com)

### Abstract

The directive of President about “Program Pro Rakyat Klaster IV should be followed with the development of low cost vehicles to enhance economic activities in the rural area, agricultural sector, and small scale industries. Low cost rural transport policy implementation give positively impact, those are can absorbs domestic components, goods distribution, rural people movements and enhance the rural economy.

This paper discusses the development of low cost goods vehicles in order to support of the presidential policy. The result of the study is the development of the specifications of the rural goods vehicles.

**Keyword:** *goods vehicle, low cost, rural*

### Abstrak

Sejalan dengan Direktif Presiden RI tentang Program Pro Rakyat Klaster IV maka diperlukan pengembangan kendaraan murah meliputi pengembangan kendaraan yang dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di pedesaan, sektor pertanian, dan UKM. Implementasi kebijakan Angkutan Murah Perdesaan berdampak positif yaitu dapat menyerap komponen yang berasal dari dalam negeri, dapat mengangkut barang maupun orang untuk menggerakkan ekonomi pedesaan.

Makalah ini membahas pengembangan angkutan barang murah dalam mendukung kebijakan tersebut. Hasil dari studi adalah pengembangan spesifikasi dari kendaraan untuk Angkutan Barang Murah Perdesaan.

**Kata kunci:** *angkutan barang,, murah, pedesaan*

## LATAR BELAKANG

Keterbatasan sarana dan prasarana transportasi di pedesaan mengakibatkan lambatnya pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Menghadapi kendala tersebut masyarakat seringkali menyiasati dengan penggunaan kendaraan barang sebagai kendaraan penumpang atau kendaraan penumpang sekaligus barang untuk mengangkut hasil produksi tanpa memperhatikan aspek keselamatan.

Terkait Direktif Presiden RI tentang Program Pro Rakyat Klaster IV dimana diantaranya adalah pengembangan Angkutan Umum Murah dan Keputusan Presiden No.10 Tahun 2011 tentang Tim Koordinasi Peningkatan dan Perluasan Program Pro-Rakyat, maka diperlukan pengembangan kendaraan yang dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di pedesaan, sektor pertanian, dan UKM.

Salah satu pengembangan yang perlu dilakukan untuk mendukung kebijakan tersebut adalah pengembangan angkutan barang murah. Kendaraan yang dikembangkan adalah kendaraan murah ramah lingkungan sehingga dapat memanfaatkan insentif pajak yang diberikan untuk mobil hemat energi sesuai dengan PP 41 Tahun 2013 Tentang Barang

Kena Pajak Yang Tergolong Mewah Berupa Kendaraan Bermotor Yang Dikenai Pajak Penjualan Atas Barang Mewah dan Permenperin No 33/2013 tentang Pengembangan Produksi **Kendaraan Bermotor** Roda Empat Yang **Hemat Energi** dan **Harga Terjangkau** (disingkat dengan KBH2) atau *Low Cost And Green Car* (LCGC).

## TUJUAN

Tersusunnya rekomendasi kebijakan dan regulasi serta pengembangan jenis serta spesifikasi teknis angkutan barang perdesaan yang murah dan ramah lingkungan roda 3 (tiga) dan roda 4 (empat) sesuai dengan kondisi jaringan prasarana transportasi di pedesaan

## METODOLOGI PENDEKATAN

Tujuan yang dikembangkan Kementerian Perindustrian dalam penyelenggaraan program KBH2 adalah:

1. Mengembangkan industri Kendaraan Bermotor Roda 4 (untuk selanjutnya disebut KBM R-4) yang hemat energi dan harga terjangkau;
2. Mengembangkan KBM R-4 yang ramah lingkungan;
3. Mempercepat pencapaian target produksi kendaraan bermotor nasional sebesar satu juta unit per tahun;
4. Mendorong Indonesia menjadi basis produksi KBM R-4 dan komponen di tingkat regional dan global.

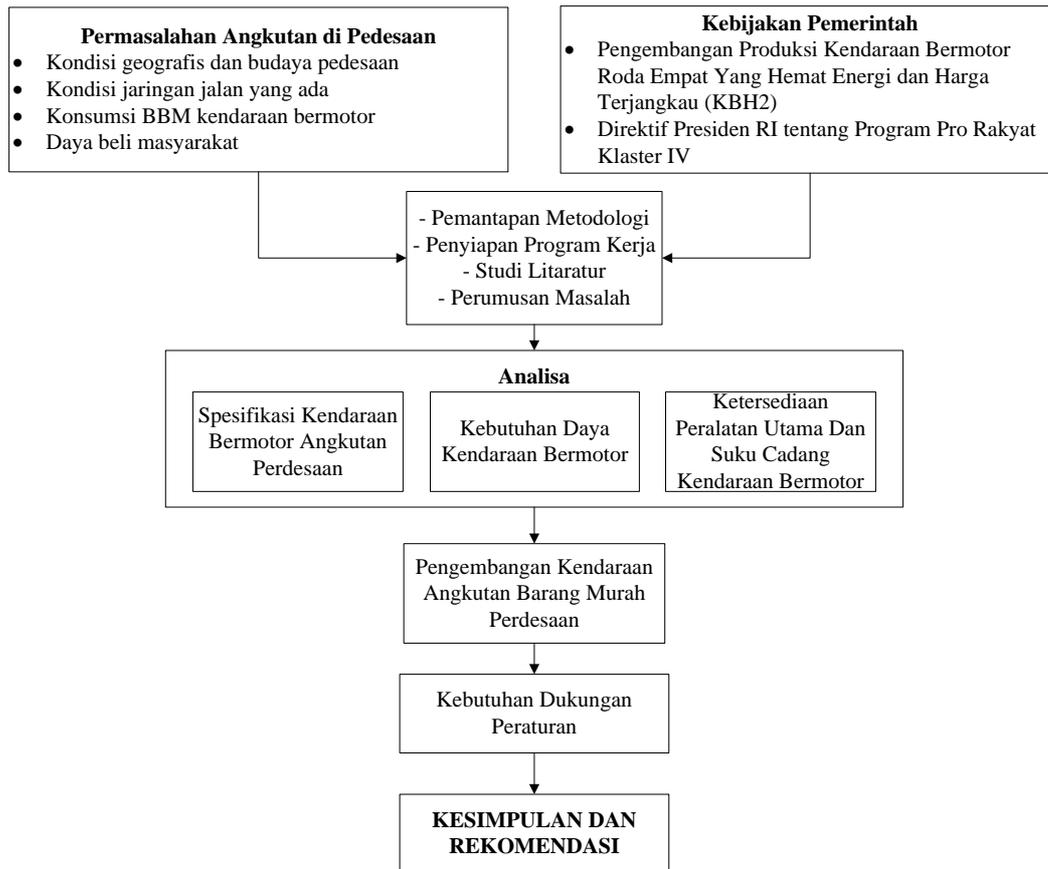
Adapun yang mendasari program kendaraan angkutan umum murah perdesaan adalah:

1. Direktif Presiden RI tentang Program Pro Rakyat Klaster IV;
2. Keputusan Presiden No.10 Tahun 2011 tentang Tim Koordinasi Peningkatan dan Perluasan Program Pro-Rakyat;
3. Kendaraan yang dapat meningkatkan kegiatan ekonomi di pedesaan, sektor pertanian, dan UKM;
4. Embrio industri kendaraan bermotor nasional, dan diharapkan dapat melakukan produksi massal mulai tahun 2013.

Sedangkan sasaran dari program angkutan umum murah perdesaan adalah pembuatan kendaraan roda 4 dengan kriteria:

1. daya mesin maksimum 900 cc;
2. konsumsi bahan bakar 22 km/liter;
3. bahan bakar "dual fuel" BBM dan BBG (Liquid Gas for Vehicle);
4. harga Rp 50-55 juta;
5. kandungan lokal 60%;
6. menggunakan Merek Indonesia

Khusus program kendaraan angkutan umum murah yang diutamakan adalah Angkutan Barang Perdesaan (Kecamatan) dan berfungsi sebagai pengangkut barang hasil produksi di wilayah perdesaan. Berdasarkan tujuan tersebut di atas, disusun metodologi pendekatan dalam mencapai tujuan seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Pendekatan

## ANALISIS

### Analisa Spesifikasi Kendaraan Bermotor Angkutan Perdesaan

Analisa spesifikasi kendaraan bermotor yang sesuai dengan kondisi jalan yang ada dipedesaan meliputi analisa daya mesin, traksi roda terhadap permukaan jalan serta konstruksi yang sesuai dengan keadaan jalan di pedesaan. Klasifikasi jalan di pedesaan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Medan Jalan Dengan Gradien

Medan jalan	Gradien dalam persen	Gradien dalam derajat
Datar	$\leq 3$	Kurang dari 2°
Berbukit	3 s/d 25	Diantara 2° sampai 15°
Gunung	$\geq 25$	Lebih dari 15°

Sumber: Hasil Analisis

**Resistansi Roda Pada Permukaan Jalan (*rolling resistance,  $F_{roll}$* ).**

Besaran resistansi roda pada kendaraan bermotor dipengaruhi oleh keadaan dan jenis ban pada permukaan jalan. Jalan dengan perkerasan yang baik akan mempunyai nilai lebih kecil dibanding permukaan jalan tanah yang lunak.

Berdasarkan nilai *Rolling resistance coefficient* pada berbagai kondisi permukaan jalan, maka nilai *Rolling resistance coefficient* yang sesuai dengan kondisi jalan pedesaan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Koefisien Resistansi Roda Pada Jalan Perdesaan ( $\mu_r$ )

Jenis Permukaan Jalan	Nilai, $\mu_r$
Perkerasan baik	0.01
Perkerasan rusak	0.04
Tanah keras	0.08
Tanah lunak	0.2

Sumber: Hasil Analisis,

**Kebutuhan Daya Kendaraan Bermotor**

Dari formula dan tabel diatas, kebutuhan akan daya kendaraan bermotor untuk kondisi jalan tertentu dengan berat maksimum 1200 kg untuk kendaraan roda tiga dan 1500 kg untuk kendaraan roda empat pada kecepatan maksimum 50 km/jam seperti disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Kebutuhan Daya Kendaraan Bermotor Dengan Kecepatan Maksimum 50 km/jam

Medan	Perkerasan Jalan	Koef, ( $\mu_r$ )	Kebutuhan daya minimum, HP			
			R3	R3(LG)	R4	R4(LG-4WD)
Datar	Perkerasan baik	0.01	8.2	8.6	8.8	9.8
	Perkerasan rusak	0.04	9.1	9.5	9.6	11.1
	Tanah keras	0.08	10	11	11.4	12.6
	Tanah lunak	0.2	13.8	14,4	15.1	17.3
Berbukit	Perkerasan baik	0.01	13.7	14.7	20.1	22.3
	Perkerasan rusak	0.04	15.1	16	21.3	23.8
	Tanah keras	0.08	16.4	17.4	23.5	25.7
	Tanah lunak	0.2	18.1	20.6	27.7	31.8
Gunung	Perkerasan baik	0.01	18.6	19	27.2	29.5
	Perkerasan rusak	0.04	19.6	20.1	28.5	30.4
	Tanah keras	0.08	20.7	21.3	30.1	33.1
	Tanah lunak	0.2	23.9	24.8	35.8	38.9

Sumber: Hasil Analisis

Keterangan:

R3: Kendaraan Bermotor Roda Tiga  
 R4: Kendaraan roda empat berpengerak roda 2  
 R3-LG: Kendaraan Bermotor Roda Tiga (R3) Yang Dilengkapi Gigi Rendah  
 R4(LG-4WD): Kendaraan bermotor roda empat dengan Low Gear berpengerak 4 roda

### Kajian Ketersediaan Peralatan Utama Dan Suku Cadang Kendaraan Bermotor

Ketersediaan mesin dipasaran untuk kendaraan roda tiga berdasarkan pengelompokan kapasitas silinder dan daya yang dihasilkan rata rata disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Ketersedian Mesin Untuk Kendaraan Roda Tiga

Kapasitas silinder	Daya, HP
150 cc	10
200 cc	13,5
250 cc	16

Sumber : <http://www.kaisar-motorcycles.com/front/index.php/products/motor-roda-tiga/standart>

Mengingat ketersediaan mesin dipasaran serta daya rata rata yang dihasilkan oleh mesin mesin tersebut, maka kemampuan jelajah kendaraan roda tiga dapat disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5** Kemampuan Jelajah Kendaraan Bermotor Roda Tiga

Medan	Perkerasan Jalan	Kapasitas silinder	
		R3	R3(LG)
Datar	Perkerasan baik	150 cc	150 cc
	Perkerasan rusak	150 cc	150 cc
	Tanah keras	150 cc	200 cc
	Tanah lunak	200 cc	250 cc
Berbukit	Perkerasan baik	200 cc	250 cc
	Perkerasan rusak	-	250 cc
	Tanah keras	-	-
	Tanah lunak	-	-
Gunung	Perkerasan baik	-	-
	Perkerasan rusak	-	-
	Tanah keras	-	-
	Tanah lunak	-	-

Sumber: Hasil Analisis,

**Tabel 6** Kemampuan Jelajah Kendaraan Bermotor Roda Empat

Medan	Perkerasan Jalan	Kapasitas silinder	
		R4	R4(LG-4WD)
Datar	Perkerasan baik	600 cc	600 cc
	Perkerasan rusak	600 cc	600 cc
	Tanah keras	600 cc	600 cc
	Tanah lunak	600 cc	600 cc
Berbukit	Perkerasan baik	600 cc	600 cc
	Perkerasan rusak	-	600 cc
	Tanah keras	-	600 cc
	Tanah lunak	-	600 cc
Gunung	Perkerasan baik	-	600 cc
	Perkerasan rusak	-	800 cc
	Tanah keras	-	800 cc
	Tanah lunak	-	800 cc

Sumber: Hasil Analisis,

### Pengembangan Kendaraan Angkutan Barang Murah Perdesaan

Pengembangan kendaraan angkutan barang murah perdesaan dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kendaraan roda tiga dan kendaraan roda empat.

Kendaraan roda tiga, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Medan	Perkerasan Jalan	Kapasitas Silinder
		R3(LG) **)
Datar	Perkerasan baik	150 cc
	Perkerasan rusak	150 cc
	Tanah keras	200 cc
	Tanah lunak	250 cc
Berbukit	Perkerasan baik	250 cc
	Perkerasan rusak	-*)
	Tanah keras	-*)
	Tanah lunak	-*)
Gunung	Perkerasan baik	-*)
	Perkerasan rusak	-*)
	Tanah keras	-*)
	Tanah lunak	-*)

Keterangan :

\*) : tidak dapat menggunakan Kendaraan Roda Tiga

\*\*): Kendaraan Roda Tiga *Low Gear*

Kendaraan roda empat, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Medan	Jenis Perkerasan	Rekomendasi Jenis Kendaraan Roda Empat	
		cc	Penggerak
Datar	Perkerasan baik	600 cc	R4*)
	Perkerasan rusak	600 cc	R4*)
	Tanah keras	600 cc	R4*)
	Tanah lunak	600 cc	R4*)
Berbukit	Perkerasan baik	600 cc	R4*)
	Perkerasan rusak	600 cc	R4(LG-4WD) **)
	Tanah keras	600 cc	R4(LG-4WD) **)
	Tanah lunak	600 cc	R4(LG-4WD) **)
Gunung	Perkerasan baik	600 cc	R4(LG-4WD) **)
	Perkerasan rusak	800 cc	R4(LG-4WD) **)
	Tanah keras	800 cc	R4(LG-4WD) **)
	Tanah lunak	800 cc	R4(LG-4WD) **)

Keterangan :

\*) : Kendaraan roda empat berpengerak 2 roda (2WD)

\*\*): Kendaraan roda empat dengan *Low Gear* berpengerak 4 roda

### Kendaraan Roda Tiga Untuk Angkutan Barang Perdesaan

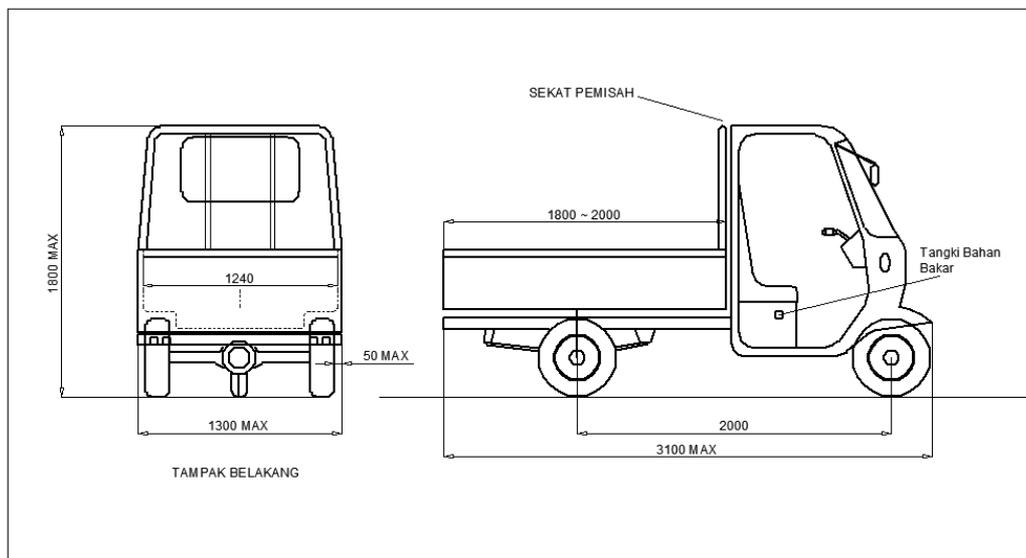
Spesifikasi kendaraan roda tiga untuk angkutan barang perdesaan disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 7** Spesifikasi Kendaraan Roda Tiga Angkutan Barang Perdesaan

Uraian	Spesifikasi	Keterangan
Dimensi dan Berat :		
Panjang maksimum	310 cm	
Lebar maksimum	130 cm	
Tinggi maksimum	140 cm	Ukuran bak panjang, lebar, tinggi : 160 x 125 x 70 (cm)
Jarak sumbu roda maksimum	200 cm	
Daya angkut	800 kg	
Berat kendaraan	1200 kg	Maksimum
Jumlah penumpang	1 orang	pengemudi
Ukuran roda depan	R12 s/d R14 seri 70	
Ukuran roda belakang	R12 s/d R14 seri 70	
Kecepatan maksimum	50 km/jam	
Kecepatan maksimum tanjakan	20 km/jam	Sudut tanjakan max : 15 %
Jarak terendah ( <i>ground clearance</i> )	25 cm	
Mesin dan Transmisi :		
Jenis mesin	Bensin	Mesin 4 langkah
Jenis bahan bakar	Dual fuel	

Uraian	Spesifikasi	Keterangan
Isi silinder maksimum	250 cc	
Daya mesin minimum	13,5 HP (10 KW)	Pada +/- 9500 rpm,
Jenis transmisi	manual	5 kecepatan, 1 mundur
Perbandingan gigi transmisi	4,5 s/d 1	Minimum 4,5 dan maksimum 1
Perbandingan gigi Low gear	$\geq 2$	Jika dilengkapi <i>Low gear</i>
Perbandingan gigi akhir	$\geq 4,8$	minimum
Jenis axle belakang	rigid	
Jenis axle depan	teleskopik	Sepeda motor
Jenis rem depan dan belakang	tromol	
Jenis suspensi belakang	Per daun	

Sumber: Hasil Analisis,



Sumber: Hasil Analisis,

**Gambar 2.** Sketsa Desain Kendaraan Bermotor Roda Tiga Untuk Angkutan Barang Perdesaan

### Kendaraan Roda Empat Untuk Angkutan Barang Perdesaan

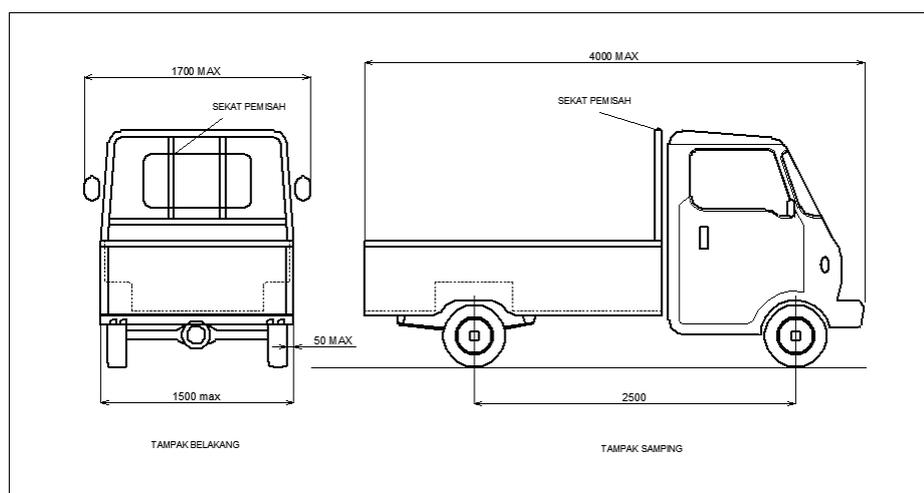
Spesifikasi standard kendaraan bermotor roda empat didapat dari perhitungan kestabilan, kelayakan jalan dengan tetap mempertimbangkan faktor keselamatan, dapat disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8** Spesifikasi Kendaraan Roda Empat untuk Angkutan Barang Perdesaan

Uraian	Spesifikasi	Keterangan
Dimensi dan Berat :		
Panjang maksimum	400 cm	
Lebar maksimum	170 cm	Termasuk spion

Uraian	Spesifikasi	Keterangan
Tinggi maksimum	180 cm	Ukuran bak panjang, lebar, tinggi : 160 x 125 x 70 (cm)
Jarak sumbu roda maksimum	250 cm	
Daya angkut	800 kg	
Berat kendaraan	1500 kg	
Jumlah penumpang	1 orang	pengemudi
Ukuran roda depan	R12 s/d R14 seri 70	
Ukuran roda belakang	R12 s/d R14 seri 70	
Kecepatan maksimum	50 km/jam	
Kecepatan maksimum tanjakan	20 km/jam	Gradien max 15%
Jarak terendah ( <i>ground clearance</i> )	25 cm	
<b>Mesin dan Transmisi :</b>		
Jenis mesin	Bensin, Diesel	Mesin 4 langkah
Jenis bahan bakar	Bensin, solar, gas	Dual fuel
Isi silinder maksimum	900 cc	
Daya mesin minimum	22 HP (19 KW)	Pada +/- 9500 rpm,
Jenis transmisi	manual	5 kecepatan, 1 mundur
Perbandingan gigi transmisi	4,5 s/d 1	Minimum 4,5 dan maksimum 1
Perbandingan gigi Low gear	$\geq 2$	Jika dilengkapi <i>Low gear</i>
Perbandingan gigi akhir	$\geq 4,8$	minimum
Jenis axle belakang	Rigid	
Jenis axle depan	Independent	Mc. Person strut
Jenis rem depan dan belakang	tromol	
Jenis suspensi belakang	Per daun	

Sumber: Hasil Analisis, 2013



Sumber: Hasil Analisis

**Gambar 3.** Sketsa Desain Kendaraan Bermotor Roda Empat Angkutan Barang Perdesaan

### **Kebutuhan Dukungan Peraturan**

Dibutuhkan dukungan peraturan untuk implementasi angkutan barang murah pedesaan yang meliputi:

1. Peraturan yang mengatur definisi jenis kendaraan Angkutan Barang Murah Pedesaan
2. Peraturan penetapan kendaraan roda 3 sebagai bagian dari jenis kendaraan untuk Angkutan Murah Pedesaan. Pada UU No 22 Tahun 2009 tentang LLAJ dan PP No 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, pengelompokkan jenis kendaraan bermotor meliputi:
3. Sepeda motor;
4. Mobil bus;
5. Mobil barang; dan
6. Kendaraan khusus.
7. Mobil penumpang

Dimana pengelompokkan roda tiga dimasukkan ke dalam kelompok sepeda motor dengan definisi “Kendaraan Bermotor beroda 2 (dua) dengan atau tanpa rumah-rumah dan dengan atau tanpa kereta samping, atau Kendaraan Bermotor beroda tiga tanpa rumah-rumah

1. Peraturan penetapan kendaraan roda 3 sebagai bagian dari jenis kendaraan untuk Angkutan Barang Murah Pedesaan
2. Pada UU No 22 Tahun 2009 tentang LLAJ dan PP No 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, definisi Mobil Penumpang adalah Kendaraan Bermotor angkutan orang yang memiliki tempat duduk maksimal 8 (delapan) orang, termasuk untuk pengemudi atau yang beratnya tidak lebih dari 3.500 (tiga ribu lima ratus) kilogram.
3. Peraturan tentang Angkutan Barang Pedesaan
4. Pembebasan PPnBM bagi komponen kendaraan yang tergolong Angkutan Barang Pedesaan
5. Peraturan tentang Jaminan Pemerintah untuk Perorangan Dalam Kepemilikan Barang Murah Pedesaan

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

### **Kesimpulan**

1. Pengembangan angkutan umum murah pedesaan yang memiliki tujuan untuk mendorong percepatan penanggulangan kemiskinan di pedesaan salah satunya diarahkan pada jenis Angkutan Barang Pedesaan
2. Kondisi jalan pedesaan yang dilayani oleh angkutan barang murah pedesaan adalah tanah lunak, tanah keras, perkerasan rusak dan perkerasan baik pada medan datar (<3%), medan berbukit (3-25%) dan medan gunung(>25%).
3. Spesifikasi barang dari angkutan barang murah pedesaan mengacu kepada spesifikasi yang dikembangkan di Kementerian Perindustrian, yaitu:
  - daya mesin maksimum 900 cc dengan konsumsi bahan bakar 22 km/liter;
  - berbahan bakar “*dual fuel*” BBM dan BBG (*Liquid Gas for Vehicle*);
  - harga Rp 50-55 juta;
  - kandungan lokal 60%;
  - menggunakan Merek Indonesia
4. Jenis kendaraan yang dikembangkan untuk angkutan barang murah pedesaan adalah kendaraan roda tiga dan kendaraan roda empat berbasis angkutan barang yang dimodifikasi menjadi angkutan penumpang dengan memperhatikan aspek keselamatan.

5. Pada jalan pedesaan dengan kondisi perkerasan tidak baik dibutuhkan kendaraan khusus dengan berpengerak roda 4 (4WD). Untuk aspek keselamatan penumpang kendaraan jenis R4(LG-4WD) ini dibatasi maksimum 4 (empat) penumpang.

### **Rekomendasi**

Dibutuhkan dukungan peraturan untuk implementasi angkutan penumpang dan barang umum murah pedesaan yang meliputi:

1. Peraturan penetapan kendaraan roda 3 sebagai bagian dari jenis kendaraan untuk Angkutan Murah Pedesaan. Pada UU No 22 Tahun 2009 tentang LLAJ dan PP No 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, dimana pengelompokkan roda tiga dimasukkan ke dalam kelompok sepeda motor dengan definisi “Kendaraan Bermotor beroda 2 (dua) dengan atau tanpa rumah-rumah dan dengan atau tanpa kereta samping, atau Kendaraan Bermotor beroda tiga tanpa rumah-rumah
2. Peraturan tentang Angkutan Barang Pedesaan
3. Pembebasan PPnBM bagi komponen kendaraan yang tergolong Angkutan Barang Umum Pedesaan
4. Peraturan tentang Jaminan Pemerintah untuk Perorangan Dalam Kepemilikan Angkutan Barang Murah Pedesaan

## **DAFTAR PUSTAKA**

- , 2011, Keputusan Presiden No.10 Tahun 2011 tentang Tim Koordinasi Peningkatan dan Perluasan Program Pro-Rakyat
- , 1993, Keputusan Menteri Perhubungan Nomor : 63 Tahun 1993 tentang Persyaratan Ambang Batas Laik Jalan Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, Kereta Tempelan, Karoseri,
- , 2009, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 141 Tahun 2003 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Dan Kendaraan Bermotor Yang Sedang Diproduksi. (*Current Production*)
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2012, Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan 2012, Jakarta
- , 2013, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2013 Tentang Barang Kena Pajak Yang Tergolong Mewah Berupa Kendaraan Bermotor Yang Dikenai Pajak Penjualan Atas Barang Mewah
- , 2013, Peraturan Menteri Perindustrian No. 33/M-IND/PER/7/2013 tentang Pengembangan Produksi Kendaraan Bermotor Roda Empat yang Hemat Energi dan Harga Terjangkau.

<http://4wheeldrive.about.com/od/offroadatvbasics/ss/4wd-2wd-difference-between-4x4-4x2.htm>

[http://www.4x4abc.com/4WD101/diff\\_locks.html](http://www.4x4abc.com/4WD101/diff_locks.html)

[http://www.rubicon-trail.com/4WD101/difference\\_4WD\\_4wd.html](http://www.rubicon-trail.com/4WD101/difference_4WD_4wd.html)

<http://www.lowrangeoffroad.com/index.php/yotamain/4runner/transfer-case.html>

<http://auto.howstuffworks.com/four-wheel-drive4.htm>

## PENGARUH PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP PEMBEBANAN JARINGAN JALAN PERKOTAAN YOGYAKARTA

**J.Dwijoko Ansusanto**  
Mahasiswa Program Pasca Sarjana  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta  
[dwiyoko@mail.uajy.ac.id](mailto:dwiyoko@mail.uajy.ac.id)

**Sigit Priyanto**  
Guru Besar Teknik Sipil  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta  
[spriyanto2007@yahoo.co.id](mailto:spriyanto2007@yahoo.co.id)

**Ahmad Munawar**  
Guru Besar Teknik Sipil  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta  
[munawarugm@yahoo.com](mailto:munawarugm@yahoo.com)

**Bambang Hari Wibisono**  
Guru Besar Teknik Arsitektur  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta  
[bhw2001au@yahoo.com](mailto:bhw2001au@yahoo.com)

### Abstract

Yogyakarta have many predicates as a city, and has special characteristics of the transportation. Travel patterns in urban areas in Yogyakarta determined by the urban characteristics population in Yogyakarta city. The spread location of work place or school that located far away from the residence tend to generate the problem to the transportation. Every day, many movements are done for works and to schools crossing the city center that impact to the urban roads. This research goal is to analyze the factors of land use as one element of the planning that affects the efficiency of transportation. The results of the study and modeling is expected to obtain an efficient urban transportation in case Yogyakarta city. The selected case is the city of Yogyakarta, which represent the medium city. The research methods was household surveys with a questionnaire instrument for the origin-destination trip. From the origin-destination matrix, then modeling using a four-step transport model will done, to obtain the road assignment. The result is decreasing volume significantly in road network caused shorten live place in the city.

**Key words:** *efficiency of transportation, travel pattern, transport modeling*

### Abstrak

Yogyakarta menyanggah berbagai julukan karena fungsinya sebagai kota, dan oleh karenanya juga memiliki karakteristik khusus yang berkaitan dengan transportasi. Pola perjalanan di daerah perkotaan di Yogyakarta ditentukan oleh karakteristik populasi yang tinggal di perkotaan Yogyakarta. Penyebaran lokasi tempat kerja atau sekolah yang terletak jauh dari tempat tinggal cenderung menghasilkan masalah untuk transportasi. Setiap hari, banyak gerakan yang dilakukan untuk bekerja dan sekolah melintasi pusat kota yang berdampak terhadap jalan di seluruh wilayah kota. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor guna lahan sebagai salah satu unsur perencanaan yang mempengaruhi efisiensi transportasi. Hasil penelitian dan pemodelan diharapkan untuk mendapatkan transportasi perkotaan yang efisien dalam kasus kota Yogyakarta. Kasus yang dipilih adalah kota Yogyakarta, yang merupakan kota menengah. Pengambilan data dilakukan dengan metode survei rumah tangga dengan instrumen kuesioner untuk perjalanan asal-tujuan. Dari matriks asal-tujuan, maka pemodelan menggunakan model transportasi empat langkah akan dilakukan, untuk mendapatkan pembebanan jaringan jalan. Hasilnya adalah penurunan volume secara signifikan dalam jaringan jalan yang disebabkan oleh jarak tempat tinggal dengan pusat kegiatan di kota yang semakin pendek.

**Kata kunci:** *efisiensi transportasi, pola perjalanan, pemodelan transportasi*

## PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering dihadapi kota-kota di Indonesia, struktur kota yang masif dan sulit untuk dilakukan perubahan, ditandai dengan tingkat kepadatan hunian yang sangat tinggi. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan transportasi yang sangat tinggi. Kota-kota yang sedang berkembang tidak disiapkan fasilitas bagi angkutan publik yang memadai.

Akibatnya banyak kota menengah yang mengalami permasalahan transportasi akibat perkembangan wilayah yang tidak terkendali.

Menurut Wicaksono (2008), transportasi berkelanjutan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain; bentuk permukiman, keragaman tataguna lahan, kepadatan bangunan dan penduduk, serta aksesibilitas. Sedangkan untuk menuju keberlanjutan maka disarankan struktur kota berbentuk; monosentris, jaringan jalan bentuk *grid*, area terbangun *compact* dengan kepadatan tinggi serta tataguna lahan campuran.

Beberapa tipe kota terkait dengan ukuran kota, jumlah dan kepadatan penduduk, kecepatan pertumbuhan, kondisi geografis wilayah, menjadi dasar dari perkembangan transportasi. Kondisi tersebut kemungkinan dapat dijadikan model pengembangan transportasi berbasis perkembangan wilayah. Hasil penelitian Victoria Transport Policy Institute (Litman, 2010) memperlihatkan perbandingan antara pertumbuhan “menyebar” dan pertumbuhan “cerdas” dari suatu kota yang berdampak pada transportasi. Pada pertumbuhan menyebar, kepadatan penduduk rendah, tataguna lahan homogen, transportasi berorientasi pada kendaraan pribadi. Biasanya ini terjadi karena buruknya perencanaan dan kurang terkoordinasi di antara pemangku kepentingan. Sebaliknya pada pertumbuhan “cerdas” perencanaan terkoordinasi dengan cukup baik, kepadatan penduduk dibuat lebih tinggi, dan transportasi berorientasi pada angkutan umum dan multi moda.

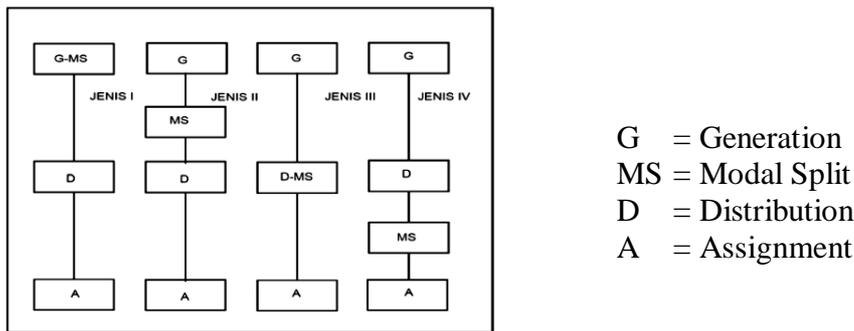
Matriks asal tujuan pergerakan orang diperlukan dalam perencanaan dan pemodelan transportasi. Pada analisis untuk pemodelan transportasi menggunakan metode empat tahap, tahap pembebanan perjalanan (pemilihan rute) merupakan tahap yang menjelaskan kontribusi perjalanan pada ruas jalan atau rute tertentu. Pada tahapan ini jumlah pemerjalan didistribusikan kepada setiap rute pada jaringan yang ada. Prinsip *shortest path* juga menjadi pertimbangan oleh pengguna dalam memilih rute. Beberapa metode dapat dipergunakan sesuai dengan kebutuhan dan maksud atau keperluannya (Ansusanto, 2009).

Pada tahap-tahap pemodelan empat tahap masing-masing tahap memerlukan analisis tersendiri yang merupakan suatu upaya yang cukup berat, sehingga seringkali pekerjaan pemodelan secara utuh membutuhkan sumber daya yang cukup dan waktu yang juga tidak singkat. Tahap pemilihan rute menggambarkan besarnya volume perjalanan yang menggunakan suatu rute dibanding dengan rute yang lain. Akhirnya pembebanan perjalanan dapat dipergunakan sebagai dasar dan masukan untuk melakukan prioritas pengembangan ruas jalan pada suatu jaringan tertentu. Beberapa metode pembebanan perjalanan dikembangkan dan masing-masing mempunyai tingkat akurasi dan kerumitan tersendiri.

## LANDASAN TEORI

### **Pembebanan Lalu Lintas (*Traffic Assignment*)**

Pada mulanya bangkitan perjalanan dilakukan bersamaan dengan distribusi perjalanan pada suatu zona. Metoda pemilihan moda juga dilihat dari pembagian perjalanan berdasarkan variasi beberapa moda perjalanan yang ada. Pada tahapan ini jumlah perjalanan dan asal tujuan mereka diketahui namun rute aktual dari sistem transportasi tidak diketahui.



**Gambar 1:** Beberapa Variasi Tahap Pemodelan Transportasi (Tamin, 2000)

Proses ini adalah untuk menentukan hubungan dari sistem transportasi dimana perjalanan akan dibebankan sering disebut dengan pembebanan lalu lintas. Beberapa metode yang dikembangkan untuk analisis pembebanan lalu lintas antara lain adalah (Salter, 1996):

1. *All-or-nothing*
2. Menggunakan Kurva Penyebaran
3. Pembebanan Kapasitas Dibatasi (*capacity restrain*)
4. Pembebanan Mutipath Proportional
5. Pembebanan Stokastik dengan Pembatasan kapasitas
6. Pembebanan Keseimbangan Wardrop
7. Pembebanan Pembebanan Kemacetan

### Efisiensi Transportasi

Penilaian tingkat efisiensi transportasi yang merupakan sasaran utama dalam penelitian ini diukur menggunakan beberapa parameter sebagai indikator tingkat efisiensi transportasi.

Indikator yang dipergunakan dalam mengukur tingkat efisiensi adalah semua faktor yang terkait dengan aspek transportasi diantaranya adalah: (a) aksesibilitas, (b) mobilitas, (c) lama perjalanan, (d) panjang perjalanan, (e) biaya perjalanan, (f) konsumsi bbm. Beberapa indikator tersebut diukur dengan menggunakan formulasi sebagai berikut:

- Aksesibilitas = panjang jalan dibagi dengan luas wilayah.  
 Mobilitas = Frekuensi perjalanan per individu  
 Lama perjalanan = waktu tempuh setiap perjalanan  
 Konsumsi bbm = pemakaian bahan bakar minyak pada tiap individu  
 Biaya perjalanan = bbm x harga per liter

Arti dari efisien adalah seberapa besar pencapaian hasil jika dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan dari upaya yang dilakukan. Atau arti secara teori ekonomi adalah keuntungan yang diperoleh dari biaya yang telah dikeluarkan. Definisi mengenai efisiensi dan efektifitas (Mulyono 2007) dapat dijelaskan melalui formulasi sebagai berikut:

- Efisiensi = output : input  
 Efektifitas = outcome : output  
 Efektifitas Biaya = outcome : input  
 Keberlanjutan = dampak : outcome

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik survai wawancara rumah tangga untuk mendapatkan data sosial ekonomi serta data pergerakan dari sampel rumahtangga yang dipilih secara acak.

### Wilayah Studi

Penelitian ini mengambil wilayah studi kota perkotaan Yogyakarta yaitu meliputi seluruh kelurahan di Kota Yogyakarta sebagai zone internal ditambah dengan kelurahan pada beberapa kecamatan yang berbatasan dengan kota Yogyakarta sebagai zona eksternal. Jumlah kecamatan di kota Yogyakarta adalah sejumlah 14 dengan total kelurahan sejumlah 45.

### Data dan Sampel

Data dikumpulkan melalui survai wawancara rumahtangga pada wilayah studi dengan jumlah sampel proporsional terhadap jumlah rumahtangga yang ada dalam wilayah studi. Penentuan zona didasarkan pada batasan wilayah kelurahan, dan dibagi menjadi zona internal yaitu seluruh kelurahan di kota Yogyakarta serta zona eksternal adalah beberapa kelurahan yang berhimpit dengan zona internal. Jumlah sampel mengacu pada pedoman wawancara rumahtangga dari Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota tahun 1990 yaitu sebesar 2,5% dari jumlah total keluarga di wilayah studi. Secara keseluruhan jumlah sampel dapat dilihat pada tabel berikut ini, dimana zona internal sejumlah 45 kelurahan dan zona eksternal sejumlah 19 kelurahan.

**Tabel 1:** Zona Internal dan Jumlah Sampel

No.	Kecamatan	Juml. Zona	Sampel (KK)	No.	Kecamatan	Juml. Zona	Sampel (KK)
1	Tegalrejo	4	281	8	Mantrijeron	3	260
2	Jetis	3	195	9	Kraton	3	178
3	Gondokusuman	5	375	10	Gondomanan	2	114
4	Danurejan	3	123	11	Pakualaman	2	85
5	Gedongtengen	2	170	12	Mergangsan	3	251
6	Ngampilan	2	144	13	Umbulharjo	7	430
7	Wirobrajan	3	199	14	Kotagede	3	224
TOTAL						45	3.029

Sedangkan zona eksternal yang merupakan kelurahan pada perbatasan dengan zona internal adalah sejumlah 19 kelurahan dengan jumlah sampel sebagai berikut.

**Tabel 2:** Zona Eksternal dan Jumlah Sampel

No.	Kecamatan	Juml. Zona	Sampel (KK)	No.	Kecamatan	Juml. Zona	Sampel (KK)
1	Depok	3	882	5	Gamping	2	178
2	Ngaglik	3	405	6	Banguntapan	2	32
3	Mlati	3	65	7	Sewon	2	32
4	Godean	1	359	8	Kasih	3	48
TOTAL						19	2001

## HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

### Jarak Perjalanan

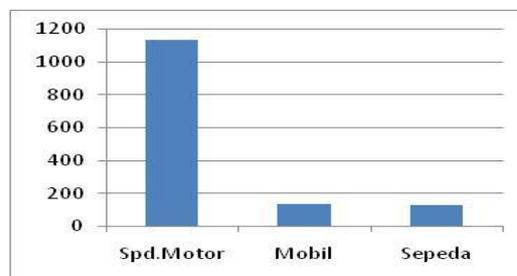
Dari matriks asal-tujuan dihitung jarak antar zone. Kemudian frekuensi dari matriks jarak perjalanan dikelompokkan menjadi beberapa rentang jarak perjalanan untuk mengetahui jarak perjalanan yang paling sering dilakukan oleh penduduk di kota Yogyakarta dan diperoleh hasil pada tabel berikut ini.

**Tabel 3:** Pengelompokan Jarak perjalanan

No	Jarak	%	N	N*Jarak	Kumulatif
1	s/d 1km	20,3	984	80,5	20,3
2	> 1-2,5km	16,9	820	1.494,4	37,2
3	> 2,5-5km	26,5	1.285	4.728,9	63,7
4	> 5-7,5km	19,7	958	5.953,0	83,4
5	> 7,5-10km	10,6	515	4.526,3	94,0
6	> 10-15km	5,0	244	2.893,9	99,1
7	> 15-20km	0,8	38	653,9	99,8
8	> 20km	0,2	8	166,3	100,0
		100	4.852	20.497,2	

### Jenis kendaraan yang dipergunakan

Dari jenis kendaraan yang ada, sepeda motor merupakan kendaraan yang paling banyak dipergunakan, sesuai dengan komposisi dan prosentase jenis kendaraan yang dimiliki oleh masyarakat. Alasan yang dikemukakan oleh pengguna adalah dari sisi kepraktisan dan alasan ekonomis serta tidak ada alternatif lain misalnya angkutan umum.



Gambar 1. Kendaraan yang Dipergunakan

### Proses simulasi guna lahan

Dari data asal tujuan hasil penelitian survai rumahtangga yang menghasilkan data asal tujuan yang dominan adalah tarikan menuju kecamatan Depok. Setelah zonasi baru kecamatan Depok menjadi 6 zona. Menggunakan piranti lunak AIMSUN V-6 dilakukan analisis pembebanan jaringan jalan pada seluruh wilayah studi. Input yang pertama dimasukkan adalah matriks asal tujuan. Setelah itu baru dilakukan proses simulasi.

Keluaran yang dihasilkan dari simulasi adalah berupa volume mobil dan sepeda motor pada setiap ruas jalan, waktu perjalanan, jarak perjalanan. Untuk parameter waktu perjalanan adalah dalam bentuk fungsi vdf (*volume delay function*). Dari volume tiap ruas jalan dikalikan dengan jarak masing-masing sehingga dapat dihitung jarak perjalanan total.

**Kondisi guna lahan saat ini (*existing*)**

Kondisi *existing* adalah kondisi guna lahan apa adanya saat ini di perkotaan Yogyakarta. Bangkitan dan tarikan perjalanan menunjukkan situasi perjalanan di perkotaan Yogyakarta saat ini. Matriks asal tujuan hasil survai rumah tangga dipergunakan sebagai input pada proses makro simulai untuk menghasilkan pembebanan jaringan jalan dan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4:** Tabel hasil simulasi makro kondisi eksisting

Kendaraan	Volume (kend)	Travel Time (vdf)	Jarak (Km)	Vol xJarak
Mobil	46.954	1.227	27.361	257.480
Spd.Motor	249.203	1.227	27.361	1.369.384

Dari tabel tersebut dapat dikatakan bahwa volume mobil yang melintas pada jaringan jalan perkotaan Yogyakarta selama satu hari sebesar 46.954 kendaraan dan volume sepeda motor sebesar 249.203 kendaraan. Volume di sini bukan menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas bersamaan pada waktu yang sama melainkan total jumlah kendaraan yang membebani ruas-ruas jalan di seluruh perkotaan Yogyakarta selama satu hari.

Vdf adalah merupakan fungsi untuk menghitung waktu yaitu *macro vdf (volume delay function)*. Waktu tempuh yang dihasilkan dari simulasi makro adalah dalam satuan vdf, dengan nilai *default* yang dipakai adalah  $vdf = 0,06 \times \text{Linklength (S)}$ . Dengan total waktu perjalanan sebesar 1.227 maka dikonversi dalam jam menjadi  $1.227/0,06 \text{ detik} = 5,68 \text{ jam}$ .

Jarak total diperoleh dengan mengalikan volume tiap ruas dengan panjang masing-masing ruas tersebut. Dengan volume sepeda motor yang lebih besar daripada mobil maka diperoleh kumulatif perjalanan menggunakan sepeda motor selama satu hari sebesar 1.369.384 km. dan untuk mobil sebesar 257.480 km.

**Skenario 1: Pengembangan guna lahan UGM dan sekitarnya**

Skenario yang pertama diterapkan adalah mengupayakan agar sejumlah mahasiswa UGM tinggal di asrama yang dibangun di lokasi dekan dengan kawasan kampus UGM Bulaksumur. Dengan demikian diharapkan jumlah perjalanan pada jaringan jalan yang mengarah menuju kampus UGM dapat dikurangi. Sasaran utama dari permukiman ini adalah para mahasiswa yang sedang menuntut ilmu di UGM, terutama mahasiswa yang berasal dari luar daerah yang tidak mempunyai keluarga di Yogyakarta

Daya tampung asrama yang dibangun mempunyai keterbatasan dikarenakan luas lahan yang terbatas. Penyediaan rumah susun yang sudah dibangun di Yogyakarta oleh pemerintah dengan rata-rata luas bangunan yang terkecil adalah 21 m<sup>2</sup>, dan dapat dihuni oleh keluarga lengkap suami-isteri dan seorang anak. Fasilitas yang terdapat dalam bangunan tersebut cukup untuk sebuah keluarga. Jika mengacu pada luasan tersebut maka dapat diasumsikan bahwa satu kamar dapat dihuni oleh maksimum 3 orang mahasiswa. Untuk satu blok atau unit diasumsikan bertingkat 4 dengan luas masing masing lantai kurang lebih 1.500 m<sup>2</sup>, maka total 4 lantai dapat dibangun sejumlah 200 kamar dengan hunian mahasiswa maksimum 600 orang. Jika luasan lahan yang tersedia mencukupi untuk dibangun 4 blok maka akan dapat menampung sekitar 2.400 mahasiswa untuk tinggal di sana.

Asumsi setelah adanya asrama mahasiswa tersebut maka akan merubah matriks asal tujuan. Perjalanan yang semula menuju UGM berkurang sejumlah kapasitas tampung asrama sejumlah 2.400 orang. Saat ini UGM sudah memiliki beberapa asrama yang

tersebar. Asrama yang paling baru adalah yang berada di lingkungan kampus UGM, sedangkan asrama mahasiswa terletak di luar kampus UGM, yaitu asrama Putri Ratnaningsih di Sagan.

Menurut data statistik di kota Yogyakarta keberadaan asrama kedaerahan jumlahnya cukup besar namun tersebar letaknya dan dihuni oleh mahasiswa dari berbagai perguruan tinggi. Dengan demikian terdapatnya asrama-asrama semacam ini adalah seperti halnya rumah tangga biasa karena asal dan tujuan dari penghuninya beragam sesuai dengan letak tempat studi masing-masing.

Dari hasil *running* AIMSUN untuk mendapatkan pembebanan ruas jalan dengan input matriks asal tujuan dari skenario 1 diperoleh hasil seperti pada tabel di bawah ini.

**Tabel 5:** Hasil simulasi makro kondisi skenario 1

Kendaraan	Volume (kend)	Travel Time (vdf)	Jarak (Km)	Vol xJarak
Mobil	43.013	1.204	26.810	233.237
Spd.Motor	228.552	1.204	26.810	1.242.346

Beberapa alternatif yang dirasa masih memungkinkan untuk dibangun asrama mahasiswa UGM seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Lokasi 1 adalah lahan kosong di Barat gerbang masuk Fakultas Teknik yang memanjang dari Utara ke Selatan. Saat ini lokasi ini merupakan lahan kosong, sebagai hutan mini. Karena alasan tersebut maka perlu memperhatikan segi lingkungan untuk merubah dari hutan menjadi hunian.

Lokasi 2 adalah lahan kosong sebelah Utara dari Gedung Pusat, berbatasan dengan fakultas Kehutanan di sebelah Timur. Saat ini lokasi ini merupakan lahan kosong, sebagai hutan mini. Sebagai habitat burung dan juga kemungkinan dipakai mahasiswa fakultas Kehutanan sebagai tempat praktikum. Karena alasan tersebut maka perlu memperhatikan segi lingkungan untuk merubah dari hutan menjadi hunian.

Lokasi 3 (lembah UGM) adalah lahan terbuka hijau satu lokasi dengan lapangan tenis, lapangan basket dan gedung *fitness center*. Untuk alih fungsi menjadi hunian juga diperlukan analisis mendalam mengenai dampak lingkungan.

Untuk mengukur besarnya pengaruh transportasi dari perubahan guna lahan tersebut maka hasil keluaran *running* AIMSUN untuk kondisi skenario 1 diperbandingkan dengan keluaran dari kondisi existing dan diperoleh hasil seperti pada tabel.

**Tabel 6:** Perbedaan (%) dari kondisi Existing ke kondisi skenario 1

Kendaraan	Volume (kend)	Travel Time (vdf)	Jarak (Km)	Vol xJarak
Mobil	-8,39	-1,89	-2,015	-9,416
Spd.Motor	-8,28	-1,89	-2,015	-9,277



Gambar 1 Beberapa alternatif usulan lokasi asrama mahasiswa UGM

Dari tabel sebelumnya tampak bahwa dengan membangun hunian mahasiswa di lingkungan UGM mampu mengurangi volume pembebanan jaringan jalan di seluruh perkotaan Yogyakarta sebesar lebih dari 8% baik untuk mobil maupun sepeda motor. Waktu perjalanan dalam unit vdf (*volume delay function*) juga mengalami penurunan sebesar hampir 2%. Jarak perjalanan secara total berkurang 2%, sehingga jika dikalikan antara volume masing-masing ruas dengan volume yang melintas di ruas tersebut akan berkurang jarak secara keseluruhan sebesar lebih dari 9%.

Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi usulan adalah masih tersedianya ruang kosong yang dapat dimanfaatkan. Luas lahan cukup memadai dan kepemilikan adalah milik UGM sendiri, serta relatif tidak ada bangunan yang berada di atasnya.

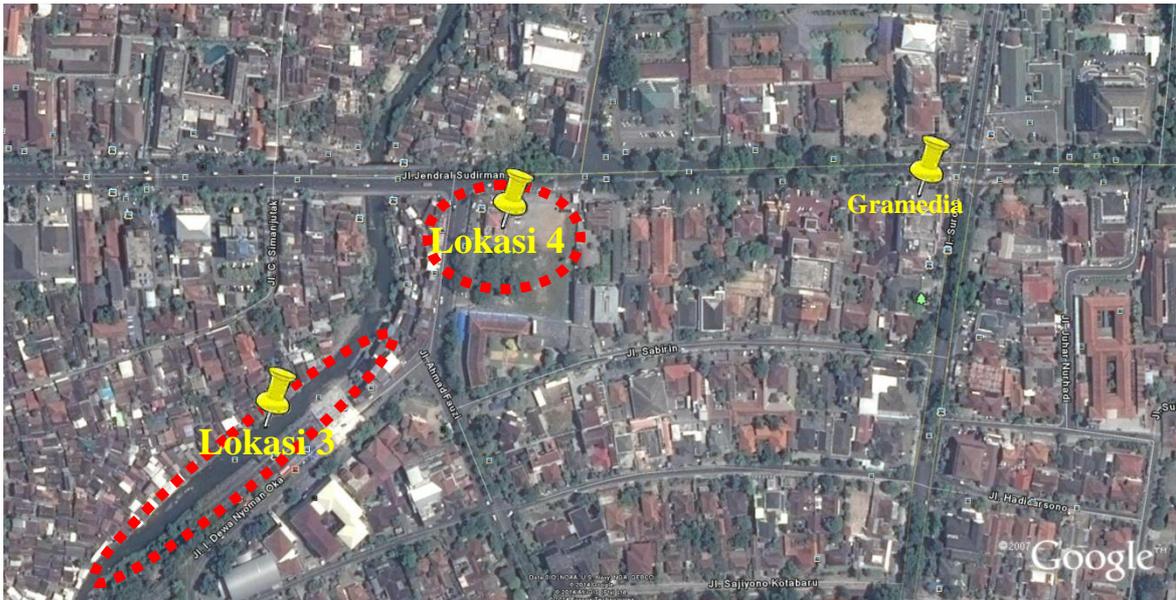
Pengembangan pemukiman mahasiswa dirasa lebih mudah dikembangkan dibanding dengan pemukiman bagi karyawan dan dosen UGM. Mahasiswa UGM, terutama yang berasal dari luar kota Yogyakarta kemungkinan besar bersedia untuk tinggal di pemukiman mahasiswa yang dekat dengan lokasi belajar. Sedangkan bagi karyawan dan pengajar akan sulit dengan pertimbangan tempat kurang sesuai dengan keluarga, atau sudah memiliki tempat tinggal sendiri ataupun alasan lain. Kajian ini ingin membuktikan seberapa besar pengaruh dari lokasi tinggal dengan tempat aktifitas sehari-hari terhadap kondisi transportasi dalam kota.

### **Skenario 2: Pengembangan pemukiman di Terban dan Kotabaru**

Terban dan Kotabaru merupakan daerah dengan tarikan perjalanan yang terbesar setelah zona UGM. Di wilayah ini banyak pusat aktifitas yang membangkitkan perjalanan menuju ke sana cukup besar seperti pertokoan sepanjang jalan Kaliurang, Rumah Sakit Pantirapih, Rumah Sakit Mata Dr.Yap, pertokoan dan Bank serta hotel di jalan Jendral Sudirman,

Rumah Sakit Bethesda di jalan Jendral Sudirman, perkantoran di jalan Suroto. Sekolah-sekolah di Kotabaru (SMA 3, SMP 5, SMK Bopkri, SMP 8) dan Terban (SMP 1, SMA 6) dan sebagainya. Semua tempat tersebut merupakan pusat tarikan yang setiap hari didatangi oleh karyawan untuk bekerja dan murid-murid serta guru-guru untuk proses belajar mengajar.

Pengembangan berikutnya yang dibuat adalah dengan membangun hunian pada zona sekitar Terban dan Kotabaru. Dari peta guna lahan yang memungkinkan adalah lokasi yang berada pada bantaran sungai Code dan McDonald.



Gambar 2 Beberapa alternatif usulan lokasi perumahan di bantaran sungai Code dan McDonald

Pemilihan lokasi bantaran sungai Code dan rumah makan McDonald adalah karena alasan ketersediaan lahan yang cukup dan masih kosong. Untuk rumah makan McDonald menunggu masa sewa berakhir dan kepemilikan lokasi adalah milik Angkatan Udara. Untuk lokasi bantaran sungai Code adalah lahan pemerintah sehingga lebih mudah untuk merealisasikan rencana pengembangan. Sasaran dari calon penghuni di permukiman ini adalah karyawan yang bekerja di sekitar Terban dan Kotabaru, dan juga siswa sekolah menengah atas yang terdapat di dekat dengan lokasi tersebut. Yang kemungkinan menghuni permukiman ini adalah mereka yang berasal dari lokasi yang jauh ataupun dari luar kota Yogyakarta.

Tabel 7: Perbandingan volume hasil makro simulasi

Skenario	Panjang Km	Vol.Existing		Vol.Skenario		Selisih Volume (n)		Selisih Volume (%)	
		Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor
Ske.1 (UGM)	428.641	310.894	1.653.465	288.612	1.541.337	-22.282	-112.128	-7,167	-6,781
Ske.2 (Kotabaru + Terban)	428.641	310.894	1.653.465	303.585	1.391.380	-7.309	-262.085	- 2,351	-15,85

## KESIMPULAN

Pembebanan ruas jalan di perkotaan Yogyakarta didominasi oleh moda kendaraan sepeda motor, hal tersebut akibat kepemilikan yang tinggi. Penggunaan moda angkutan umum sangat rendah seiring dengan rendahnya jangkauan pelayanan dan kesulitan mengakses angkutan umum.

Jarak perjalanan harian yang dominan (26% ) adalah 2,5 – 5 km, hal ini memperkuat alasan bahwa penggunaan sepeda motor sebagai sarana transportasi cukup tinggi karena jarak tempuh yang sedang. Jarak perjalanan harian total dari masyarakat perkotaan Yogyakarta sekitar 819.880 km/hari untuk semua moda transportasi.

Dari hasil simulasi dapat dibuktikan bahwa kedekatan lokasi tempat tinggal dengan lokasi beraktifitas sehari-hari seperti bekerja maupun sekolah dapat menurunkan kebutuhan melakukan transportasi secara signifikan. Usulan pembangunan asrama mahasiswa di lingkungan kampus merupakan salah satu upaya mengurangi beban ruas jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. *Panduan Survai Wawancara Rumah*. NO. 002/TBNKT/1990. Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota.
- Anonim. 2009. Kota Yogyakarta Dalam Angka. Biro Pusat Statistik.
- Anonim. 2009. Kabupaten Sleman Dalam Angka. Biro Pusat Statistik.
- Ansusanto, J.D. 2009. *Perbandingan Beberapa Metode Trip Assignment Pembebanan Perjalanan Dalam Pemodelan Transportasi Four Step Model*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 KoNTekS 3, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, pp. I-33 – I-39.
- Litman, T. and Steele, R. 2010. *Land Use Impacts on Transport, How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute.
- Mulyono, A.T. 2007. Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik. Disertasi Doktor Universitas Diponegoro. Hal ccxxxvi.
- Salter, R.J. and Hounsell, N.B. 1996. *Highway Traffic Analysis and Design*. The 3<sup>th</sup> edition.
- Tamin, O.Z. 2000 *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Edisi kedua, Penerbit ITB, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Wicaksono, A.D. Supriharjo, R. 2009. *Sustainable Urban Mobility: Eksplorasi Pengaruh Pola Struktur Kota*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil ITS.

## **KAJIAN KONTRIBUSI INVESTASI INFRASTRUKTUR JALAN TERHADAP PEREKONOMIAN WILAYAH DITINJAU DARI SEKTOR TRANSPORTASI BARANG**

**Ridwan Anas**  
Mahasiswa Program Studi  
Doktoral  
Departemen Teknik Sipil  
Program Studi Transportasi  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
Telp: (022) 2502530  
[m\\_ridwan66@yahoo.com](mailto:m_ridwan66@yahoo.com);

**Ofyar Z. Tamin**  
Professor  
Departemen Teknik Sipil  
Program Studi Transportasi  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
Telp: (022) 2502530  
[ofyar@trans.si.itb.ac.id](mailto:ofyar@trans.si.itb.ac.id)

**Sony S. Wibowo**  
Associate Professor  
Departemen Teknik Sipil  
Program Studi Transportasi  
Institut Teknologi Bandung  
Jln. Ganesha 10, Bandung  
Telp: (022) 2502530  
[sonyssw@yahoo.com](mailto:sonyssw@yahoo.com)

### **Abstract**

The transport sector can not be separated from the economic sector, in which the role of transport as a logistics that will affect the production sector. The high cost of transportation will increase production costs and result in a lack of competitiveness of economic sectors in Indonesia (the Foundation and LPEM-UI, 2008). This study tried to describe the contribution of road infrastructure investment to Gross Domestic Product (GDP) in terms of the transportation cost. The role of infrastructure investment is a way to lower the cost of transportation of goods and increase communication among the connected region, the road infrastructure investment will improve the performance of road transport as this will affect the production sector identified areas affected by the reduction in cost of production of economic sectors can be quantified as a value-added GDP measured in region.

**Key words:** *Freight transportation, transportation cost, production sector*

### **Abstrak**

Sektor transportasi tidak dapat dipisahkan dari sektor perekonomian, dimana peran transportasi sebagai fungsi logistik mempengaruhi sektor produksi. Tingginya biaya transportasi akan meningkatkan biaya produksi dan menyebabkan lemahnya daya saing sektor ekonomi di Indonesia (the Asia Foundation dan LPEM-UI, 2008). Penelitian ini mencoba mendeskripsikan kontribusi dari investasi infrastruktur jalan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) ditinjau dari penghematan biaya transportasi barang sektor produksi. Peran dari investasi infrastruktur jalan adalah untuk menurunkan biaya transportasi barang dan meningkatkan aksesibilitas antar wilayah yang terhubung, maka investasi infrastruktur jalan akan memperbaiki kinerja transportasi jalan dimana hal ini akan mempengaruhi sektor produksi wilayah-wilayah yang diidentifikasi terkena dampak Pengurangan biaya produksi dari sektor-sektor ekonomi dapat dikuantifikasi sebagai nilai tambah yang diukur dalam PDB wilayah.

**Kata Kunci:** Transportasi barang, biaya transportasi, sektor produksi

## **PENDAHULUAN**

Kebutuhan akan transportasi tidak dapat dipisahkan dari perkembangan dan pertumbuhan ekonomi wilayah. Penelitian terhadap peran investasi transportasi terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah dimulai oleh David Alan Auscher (1988) dimana hasil penelitian tersebut menyebutkan terdapat korelasi antara infrastruktur transportasi dan pertumbuhan ekonomi wilayah, hal ini ditunjukkan dengan menurunnya investasi sektor swasta di Negara Amerika Serikat seiring dengan rendahnya investasi di sektor infrastruktur. Investasi Infrastruktur akan menjadi stimulus bagi pertumbuhan ekonomi wilayah, Pertambahan investasi sebesar 1% di sektor infrastruktur akan memberi pengaruh sebesar 0,4% terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah / GDP (World Bank, 1994). Kemudian hal ini menjadi perdebatan para ahli ekonomi mengenai kontribusi dari sektor transportasi

terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah yang diukur dalam *Gross Domestic Product* (GDP).

Kemajuan dari suatu daerah dapat dilihat dari perkembangan infrastruktur wilayahnya, dimana dengan didukung oleh infrastruktur yang baik maka akan menunjang kegiatan perekonomian wilayah tersebut. Peningkatan infrastruktur jalan akan mempengaruhi sektor perekonomian dengan asumsi peningkatan ini akan berperan sebagai stimulus untuk perkembangan ekonomi wilayah atau sebagai tingkat kebutuhan (*demand*) dari pertumbuhan ekonomi suatu wilayah.

Salah satu manfaat dari investasi infrastruktur jalan terhadap sektor produksi adalah sebagai fungsi mobilitas yaitu fungsi mendistribusikan barang, dimana hal ini diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi regional. Mobilitas menjadi hal fundamental dan penting bagi kegiatan perekonomian dimana kinerja transportasi akan mempengaruhi sektor produksi (Dr. Jean-Paul Rodrigue and Dr. Theo Notteboom, 2013). Lancar atau tidaknya distribusi barang akan sangat mempengaruhi sektor produksi, demikian juga dengan tingginya biaya transportasi akan menyebabkan kenaikan biaya produksi dan berakibat tingginya nilai jual dimana hal ini akan mempengaruhi daya beli dari konsumen.

Permasalahan yang umum terjadi pada moda transportasi darat khususnya angkutan jalan di daerah perkotaan adalah kemacetan, dimana hal tersebut akan menyebabkan biaya transportasi menjadi tinggi dan secara tidak langsung akan menambah biaya distribusi barang produksi dan distribusi barang. Sedangkan untuk daerah pedesaan masih terdapat wilayah yang belum terhubung oleh infrastruktur jalan atau masih terdapatnya kondisi jalan yang tidak baik, sudah tentu hal ini juga menyebabkan biaya transportasi menjadi tinggi sehingga sektor perekonomian di wilayah seperti sektor pertanian dan perkebunan tidak dapat menikmati manfaat dari prasarana transportasi. Selain itu dengan tidak tersedianya prasarana jalan yang baik akan mengakibatkan kurangnya volume dari barang produksi yang dapat diangkut serta akan menaikkan biaya transportasi untuk mengangkut hasil produksi tersebut.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dilihat bahwa peran transportasi akan mempengaruhi sektor perekonomian secara tidak langsung. Seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh sektor transportasi terhadap sektor perekonomian menjadi suatu hal yang sulit untuk dibuktikan hubungan kausalitasnya, oleh karena itu penelitian ini mencoba memberikan analisis deskriptif mengenai pengaruh sektor transportasi terhadap sektor perekonomian ditinjau dari pengurangan biaya transportasi barang akibat perbaikan kinerja infrastruktur jalan dan memberikan gambaran umum bagaimana pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengestimasi kontribusi pengurangan biaya transportasi barang terhadap PDB wilayah.

## **STUDI PUSTAKA PERAN INFRASTRUKTUR JALAN TERHADAP PEREKONOMIAN WILAYAH**

### **Kondisi Infrastruktur Jalan di Indonesia**

Sofyan (2008) menyebutkan berdasarkan data ATTN 2001 dan 2006, bahwa pergerakan barang di Indonesia hampir 83% terjadi di Pulau Jawa dan 10% di Pulau Sumatera sisanya terdistribusi di bagian timur Indonesia. Transportasi barang yang menggunakan prasarana jalan masih dominan baik di negara maju maupun di negara berkembang. Sebagaimana

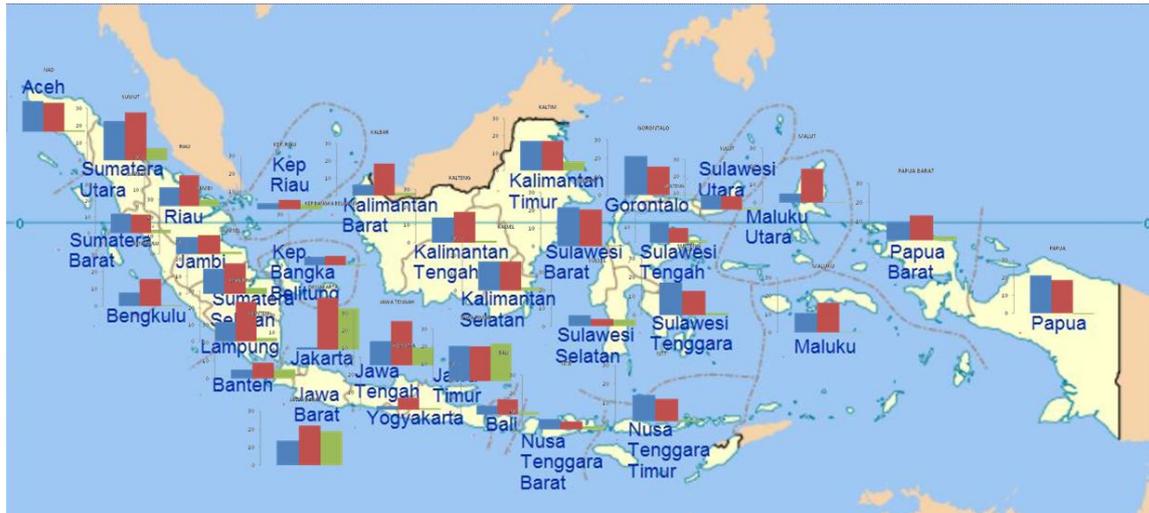
disampaikan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Republik Indonesia (2006) dan Lubis et al (2005), transportasi barang yang menggunakan jalan di Indonesia diperkirakan mencapai 91,25%. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan moda transportasi kereta api (0,63%), moda sungai (1,01%), dan moda laut (7%). Hal ini menunjukkan kondisi transportasi barang di Indonesia masih sangat bergantung terhadap angkutan jalan.

Pasal 1 angka 4 UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, memberikan definisi mengenai Jalan yaitu prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas (Sumber: <http://www.pu.go.id>) pembiayaan jalan umum merupakan tanggung jawab pemereintah pusat dan/atau pemerintah daerah. UU no 38/2004 Tentang jalan mengeaskan ba wa pembiayaan jalan merupakan tanggung jawab pemerintah pusat dan/atau pemerintah daerah. Apabila pemerintah daerah belum mampu membiayai jalan yang menjadi tanggung jawabnya maka pemerintah pusat dapat membantu pemerintah daerah tersebut sesuai dengan ketentuana yang ada, sesuai pasal 85 ayat 3PP nomor 34/2006 tentang jalan, hal ini kanperaturan yang menunjukkan tanggung jawab pemerintah pusat terhadap ketidak mampuan pemerintah daerah. Dalam konteks otonomi daerah, penyelenggaraan infrstruktur jalan yang didukung melalui Dana Alokasi Khusus (DAK) bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan daya dukung, kapasitas dan kualitas pelayanan prasarana jalan yang telah menjadi urusan pemerintah provinsi dan pemerintah kabupaten/Kota dalam rangka melancarkan distribusi barang dan jasa serta hasil produksi guna mendukung pertumbuhan ekonomi porsi alokasi DAK untuk infrastruktur jalan tahun 2009 adalah sebesar 18,13 % atau sebesar 4,5 Triliyun rupiah

Porsi anggaran pembangunan infrstruktur jalan terserap banyak untuk kegiatan pemeliharaan. Pada 5 tahun ke depan (2009) focus dari roadmap pembangunan jalan adalah pengembangan jaringan (pembangunan jalan baru, artinya bagaimana sistem jaringan jalan di Indonesia (pada tahun 2014) telah mampu menghubungkan semua akses perekonomian, sosial, budaya dan Hankam dalam konteks NKRI. Hal ini perlu perhatian bersama karena tahun 2009 lebih dari 50% dari total alokasi anggaran yaitu sebesar 17 TRILIYUN terserap hanya untuk peemeliharaan jalan saja (setara pembangunan empat ruas tol cikampek bandung (cipularang).

Menurut status-nya, jalan di Indonesia diklasifikasikan menjadi Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kota. Pada periode pemerintahan 2005 – 2009, total panjang jaringan jalan yang ada di Indonesia mencapai 372.236 km yang terdiri dari Jalan Tol sepanjang 741,97 km, Jalan Nasional Non-Tol sepanjang 34.628 km, Jalan Provinsi sepanjang 48.681 km dan Jalan Kabupaten/Kota sepanjang 288.185 km. Mulai akhir tahun 2009, jaringan Jalan Nasional Non-Tol bertambah sepanjang 3.941 km menjadi 38.569 km.

Karena keterbatasan pendanaan, sejak tahun 2004-2007 pemerintah hanya melakukan operasi pemeliharaan jalan nasional agar tetap berfungsi dengan baik. Peningkatan kapasitas jalan mulai dilaksanakan pada tahun 2008 sampai 2009. Setelah itu, Pemerintah menambah lajur dari 59.107 lajur km tahun 2004 menjadi 82.190 lajur km tahun 2008. Pada 2009, angka tersebut bertambah menjadi 84.646 lajur km (DitJend Bina Marga, Kementrian PU, 2009).



**Gambar 1.**Sebaran Data Panjang Jalan dan PDB Wilayah di Indonesia  
**Sumber:** Diolah dari Badan Pusat Statistik (BPS) 2012

Dari **Gambar 1** dapat dilihat tingkat disparitas dari total panjang jalan yang ada di Indonesia dan PDB wilayah yang sangat jauh berbeda antara wilayah barat dan timur terlebih terlebih terpusat di Pulau Jawa. PDB untuk Pulau Sumatera adalah  $\pm$  Rp. 468,324 Milyar, Pulau Jawa sekitar  $\pm$  Rp. 1,356,704 M, Pulau Kalimantan sebesar  $\pm$  190,665 M sedangkan Papua dan Kepulauan Ambon sebesar  $\pm$  Rp. 178,818M. Walaupun terjadinya perbedaan PDB wilayah ini diidentifikasi dipengaruhi oleh ketersediaan infrastruktur wilayah yang tidak hanya disebabkan oleh infrastruktur jalan saja.

Bappenas memperkirakan kebutuhan nilai investasi sektor infrastruktur mencapai nilai Rp. 1.400 triliun, atau sekitar 5-6% dari PDB (World Bank,1994) dan saat ini Indonesia memiliki anggaran infrastruktur sebesar sekitar 2,05% dari PDB. Investasi infrastruktur di Indonesia tertinggal masih jauh dibandingkan dengan China dan India. Sejak tahun 2009 investasi infrastruktur di India sudah diatas 7% PDB dan di China sejak tahun 2005 sudah mencapai 9-11% PDB. Disisi lain pembangunan dibidang infrastruktur jalan juga merupakan suatu kebutuhan dari pertumbuhan ekonomi suatu wilayah, karena setiap pertumbuhan sebesar 1% dari Produk Domestik Bruto (PDB) akan mengakibatkan pertumbuhan lalu lintas sebar 1,5% (Kementrian PU, 2010)

Pemerintah Indonesia memiliki perhatian yang besar terhadap sektor infrastruktur, termasuk halnya infrastruktur transportasi. Dalam disertasinya mengenai peran infrastruktur terhadap pembangunan ekonomi Ifan haryanto (2012), menyebutkan bahwa menurut Global Competitiveness Report 2009-2010, peringkat daya saing infrastruktur Indonesia berada di urutan 96 dari 133 negara. Kondisi ini berada jauh dari negara China, Thailand maupun Malaysia. Pemerintah telah mengeluarkan beberapa kebijakan terkait dengan pengembangan infrastruktur yang diharapkan dapat menjadi stimulus bagi pertumbuhan ekonomi wilayah.

**Tabel 1.** Kinerja dan Biaya Logistik Indonesia Terhadap Negara-negara Lain

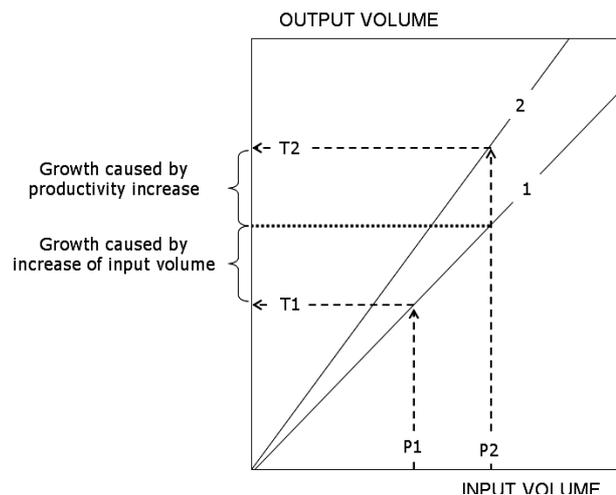
Country	Logistic Cost	LPI Rank		Infrastructure Score	
	(% of GDP)	2010	2012	2010	2012
USA	9,9	15	9	4,15	4,14
Japan	10,6	7	8	4,19	4,11
South Korea	16,3	23	21	3,62	3,74
Singapore	8	2	1	4,22	4,15
Malaysia	13	29	29	3,5	3,43
Thailand	20	35	38	3,16	3,08
Vietnam	25	53	53	2,56	2,68
Indonesia	27	75	59	2,54	2,54

**Sumber:** Hasil olahan dari World Bank (2012)

Dari tabel di atas dapat dilihat peringkat logistik Indonesia dibandingkan negara-negara tetangga dan negara maju, dan dapat dilihat juga perbaikan peringkat Indonesia dari peringkat 75 menjadi peringkat 59 dunia, walaupun tidak terlihatnya perbaikan kinerja dari sektor infrastruktur. Jika ditinjau dari biaya transportasi barang khususnya angkutan jalan biaya operasional truk, sebagai transportasi barang di Indonesia, mencapai US\$ 34 sen per mil. Biaya ini lebih tinggi daripada biaya rata-rata di negara-negara Asia, seperti Vietnam, Thailand, Malaysia, dan China, yang hanya sebesar US\$ 22 sen per mil (The Asia Foundation dan LPEM-UI, 2008). Hal ini terutama disebabkan oleh kondisi topografi Indonesia dan rendahnya kualitas jalan secara signifikan meningkatkan biaya operasional kendaraan untuk sektor angkutan barang dengan truk. Biaya untuk pemeliharaan dan BBM, secara khusus dipengaruhi oleh kondisi geografis dan mutu jalan. Selain itu biaya logistik di Indonesia mencapai nilai 27% dari Produk Domestik Bruto (PDB), hal ini sangat jauh dibandingkan dengan negara-negara maju.

### **Kontribusi sektor Transportasi Sektor Produksi**

Fungsi transportasi jika ditinjau dari sisi logistik selain dari taking raw material juga berperan dalam mendistribusikan barang dari sektor produksi. Peran transportasi dalam sektor produksi juga mempengaruhi biaya produksi suatu barang, karena dengan tingginya biaya transportasi maka akan menyebabkan semakin tingginya biaya produksi sehingga dapat mempengaruhi nilai jual barang komoditas maupun daya beli dari konsumen. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan di sektor perekonomian adalah dengan cara melakukan perbaikan kinerja dari transportasi. Perbaikan infrastruktur jalan atau penambahan kapasitas jalan akan menurunkan waktu tempuh dan menekan biaya transportasi, hal ini diharapkan dapat meningkatkan produktifitas, perluasan pasar, dan aglomerasi dari sektor produksi.



**Gambar 2.** Produktifitas Sektor Ekonomi

Dari gambar di atas dapat dilihat peningkatan produktifitas akibat penambahan input maupun akibat dari perbaikan kinerja sektor produksi baik yang dapat disebabkan oleh teknologi maupun akibat perbaikan kinerja transportasi seperti pengurangan biaya transportasi dan peningkatan aksesibilitas suatu wilayah yang dapat mempengaruhi sektor produksi. Dampak lain yang coba digambarkan dalam penelitian ini adalah perbaikan kinerja produksi yang dapat mengurangi biaya produksi dari masing-masing sektor ekonomi yang akan diukur sebagai nilai tambah dalam PDB wilayah, dimana kinerja infrastruktur jalan yang buruk dapat menyebabkan turunnya mobilitas angkutan barang yang dapat meningkatkan biaya transportasi yang berpengaruh terhadap biaya produksi dari suatu komoditi.

Peran transportasi juga mempengaruhi sektor perekonomian, dengan asumsi baik atau tidaknya kinerja dari sektor transportasi akan menyebabkan biaya transportasi yang murah, dimana hal ini akan mempengaruhi pembiayaan pada sektor produksi. Kinerja yang baik juga dapat dilihat dari hasil produksi dapat segera di transfer atau distribusikan dengan cepat, dan apabila hal ini tidak dikoordinasikan dengan baik maka akan menyebabkan kondisi yang sebaliknya, yaitu pola distribusi yang tidak efektif dan dapat menyebabkan beban lalu lintas yang berlebih pada kondisi jaringan jalan yang dapat mengakibatkan kerusakan jalan.

Dari kajian literatur diketahui bahwa sektor-sektor perekonomian tidak dapat terlepas dari peran transportasi, dimana masing-masing sektor perekonomian akan memiliki besar pembiayaan yang berbeda untuk sektor transportasi ini. Berikut akan dapat dilihat hubungan besarnya biaya yang dibutuhkan oleh masing-masing sektor perekonomian terhadap sektor transportasi. Salah satu cara untuk mengetahui kontribusi sektor transportasi terhadap pertumbuhan perekonomian suatu wilayah adalah dengan menggunakan metode input-output analysis, dimana dengan metode ini dapat mengukur pengaruh dan daya penyebaran sektor terhadap produktifitas output sektor ekonomi lainnya. Publikasi Input Output memuat keterkaitan antar sektor ekonomi (Inter Industry Relationship) sehingga sangat diperlukan oleh Pemerintah Daerah / Badan Perencanaan Daerah (BAPEDA) Kabupaten /Kota sebagai bahan acuan untuk evaluasi hasil-hasil pembangunan dan sebagai sumber informasi untuk menyusun strategi kebijakan perekonomian regional dimasa yang akan datang. Penggunaan model I-O ini dirasakan sudah tepat dimana pergerakan barang dapat dilihat pada kuadran I dari model ini.

Model I-O pertama kali diperkenalkan oleh Wassily Leontif pada akhir tahun 1930-an (Miller and Blair, 1985). Pada akhirnya model ini terus berkembang sejalan dengan pertumbuhan pembangunan ekonomi. Model I-O Leontif ini didasarkan atas model keseimbangan umum (general equilibrium) yang memiliki konsep dasar sebagai berikut:

1. Struktur perekonomian tersusun dari beberapa sektor yang saling berinteraksi melalui transaksi jual beli. Hal ini dapat diasumsikan sebagai pergerakan arus barang
2. Output suatu sektor dijual kepada sektor lainnya dan untuk memenuhi permintaan akhir. Output suatu sektor meliputi biaya produksi dan margin dari suatu produksi.
3. Input suatu sektor dibeli dari sektor lain yaitu rumah tangga (dalam bentuk produksi tenaga kerja), pemerintah (pajak), penyusutan, surplus usaha dan impor wilayah lain.
4. Hubungan antara *output* dan *input* bersifat linear dan dalam suatu periode analisis (satu tahun) jumlah total *output* sama dengan total *input*.

Tabel I-O pada dasarnya merupakan uraian statistik dalam bentuk matriks yang menyajikan informasi tentang transaksi barang dan jasa serta saling keterkaitan antar-satuan kegiatan ekonomi (sektor) dalam suatu wilayah pada suatu periode waktu tertentu yang ditinjau per sektor kegiatan.

Isian sepanjang baris dalam matriks menunjukkan bagaimana output suatu sektor ekonomi dialokasikan ke sektor-sektor lainnya untuk memenuhi permintaan antara dan permintaan akhir, sedangkan isian dalam kolom menunjukkan pemakaian input antara dan input primer oleh suatu sektor dalam proses produksinya (suatu tabel yang berisi uraian statistic dalam bentuk struktur yang memperlihatkan transaksi barang dan jasa antar sektor-sektor ekonomi).

Tabel input output akan memberikan gambaran menyeluruh tentang :

- a) Struktur perekonomian nasional yang mencakup struktur keluaran (output) dan nilai tambah masing-masing sector. **Dengan demikian peranan suatu sector dalam perekonomian dapat diketahui.**
- b) Struktur masukan (input) antara, yaitu penggunaan berbagai barang dan jasa oleh sector-sektor produksi, untuk memenuhi kegiatan produksinya.
- c) Struktur pnyediaan (supply) barang dan jasa, baik berupa produksi DN(dalam negeri) maupun Impor.
- d) Struktur permintaan (demand) barang dan jasa, baik permintaan oleh sector-sektor produksi maupun permintaan akhir untuk konsumsi, investasi, dan ekspor.
- e) Bentuk tabel I-O dapat digambarkan seperti kerangka tabel berikut ini:

I (n x n) Transaksi antar sektor/kegiatan	II (n x m) Permintaan akhir
III (p x n) Input Primer	IV (p x m)

Gambar 3 Kerangka Tabel Input-Output

Kuadran pertama menunjukkan arus barang dan jasa yang dihasilkan dan digunakan oleh sektor-sektor dalam suatu perekonomian. Kuadran ini menunjukkan distribusi penggunaan barang dan jasa untuk suatu proses produksi. Penggunaan atau konsumsi barang dan jasa di sini adalah penggunaan untuk diproses kembali, baik sebagai bahan baku atau bahan penolong. Karenanya transaksi yang digambarkan dalam kuadran pertama ini disebut juga transaksi antara.

Kuadran kedua menunjukkan permintaan akhir (*final demand*). Penggunaan barang dan jasa bukan untuk proses produksi digolongkan sebagai permintaan akhir. Permintaan akhir ini biasanya terdiri atas konsumsi rumah tangga, konsumsi pemerintah, investasi dan ekspor.

Kuadran ketiga memperlihatkan input primer sektor-sektor produksi. Input ini dikatakan primer karena bukan merupakan bagian dari output suatu sektor produksi seperti pada kuadran pertama dan kedua. Input primer adalah semua balas jasa faktor produksi dan meliputi upah dan gaji, surplus usaha ditambah penyusutan dan pajak tidak langsung neto.

Kuadran keempat memperlihatkan input primer yang langsung didistribusikan ke sektor-sektor permintaan akhir. Informasi di kuadran keempat ini bukan merupakan tujuan pokok, sehingga dalam penyusunan tabel input-output kadang-kadang diabaikan. Demikian juga penyusunan tabel I-O di Indonesia mengabaikan kuadran keempat ini. Informasi secara rinci mengenai kuadran keempat ini secara rinci disajikan dalam Sistem Neraca Sosial Ekonomi (SNSE).

## Metode Penghitungan Produk Domestik Bruto (PDB)

### *Menurut Pendekatan fungsi Produksi*

Menghitung nilai tambah seluruh kegiatan ekonomi dengan cara mengurangi biaya antara dari masing-masing total nilai produksi (output) tiap-tiap sektor atau subsektor.

$$\text{Output}_{b,t} = \text{Produksi}_t \times \text{Harga}_t$$

$$\text{NTB}_{b,t} = \text{Output}_{b,t} - \text{Biaya Antara}_{b,t}$$

Atau

$$\text{NTB}_{b,t} = \text{Output}_{b,t} \times \text{Rasio NTB}_o$$

Dimana :  $\text{Output}_{b,t}$  = Output/nilai produksi bruto atas dasar harga berlaku tahun t

$\text{NTB}_{b,t}$  = Nilai tambah bruto atas dasar harga berlaku tahun ke t

$\text{Produksi}_t$  = Kuantum produksi tahun ke t

$\text{Harga}_t$  = Harga produksi tahun ke t

Rasio NTB = Perbandingan NTB terhadap Output (NTB/Output)

Rasio NTB<sub>o</sub> = Rasio NTB pada tahun dasar (o)

### *Menurut Pendekatan Pendapatan.*

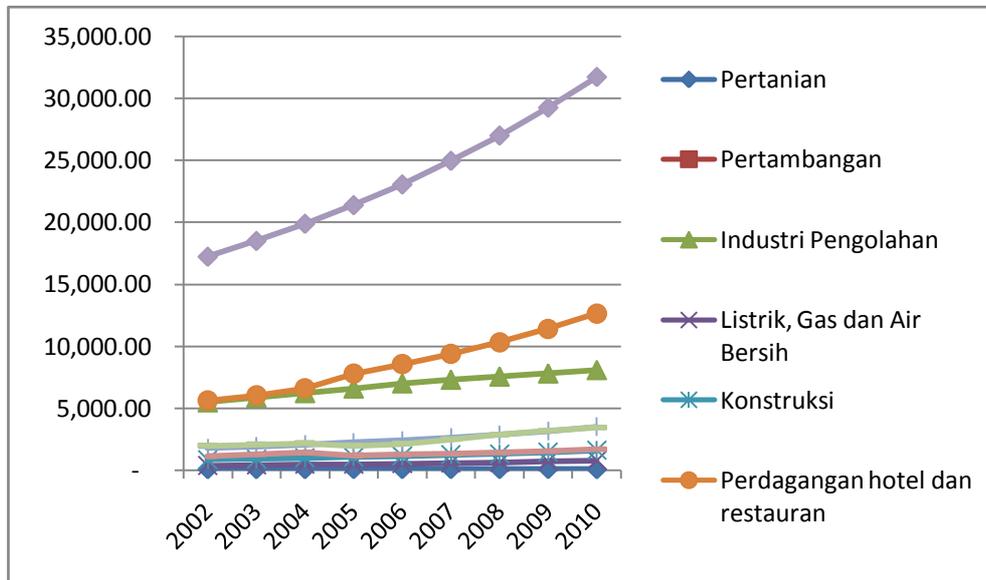
PDB Merupakan balas jasa yang diterima oleh faktor-faktor produksi.

### *Menurut Pendekatan Pengeluaran.*

PDB adalah penjumlahan semua komponen permintaan akhir.

$$\text{PDB} = \text{Konsumsi rumahtangga} + \text{Konsumsi Pemerintah} + \text{PMTB} + \text{Perubahan stok} + (\text{Ekspor} - \text{Impor}).$$

Khusus dalam perhitungan PDB nilai atau biaya transportasi dimasukkan kedalam pembiayaan antara per sektor kegiatan. Walaupun dalam perhitungannya sektor transportasi menjadi bagian sektor ekonomi dalam suatu kegiatan ekonomi suatu wilayah.



Gambar 1. Total Pembiayaan Transportasi berdasarkan Sektor Perekonomian  
Sumber: Badan Pusat Statistik Jawa Barat, 2012

Dari ilustrasi gambar di atas dapat dilihat sektor pertanian, industri pengolahan, dan perdagangan mempunyai pengaruh biaya transportasi yang besar jika dikaitkan dengan nilai perbaikan kinerja jaringan jalan terutama pembangunan jalan Tol Cipularang.

Kebutuhan akan permintaan barang seiring dengan pertumbuhan populasi dan perekonomian harus diimbangi dengan perbaikan kinerja di sektor transportasi, demikian juga sebaliknya dengan perbaikan kinerja di sektor transportasi hal ini diharapkan dapat meningkatkan minat investasi dan aglomerasi di sektor-sektor perekonomian.

## KESIMPULAN

Transportasi selain berfungsi untuk menghubungkan orang dengan pusat kegiatannya juga mempunyai fungsi sebagai bagian dari suatu sistem logistik. Dalam suatu proses produksi maka biaya transportasi ini menjadi salah satu komponen biaya yang mempengaruhi dari biaya produksi suatu komoditas, dimana tinggi rendahnya biaya transportasi akan memberi pengaruh terhadap nilai jual dari suatu komoditas. Pengembangan model yang sudah ada tidak dapat menunjukkan peran atau kontribusi dari sektor transportasi terhadap sektor produksi

Peran dan kontribusi sektor transportasi barang tidak lepas dari indeks aksesibilitas maupun mobilitas dari suatu wilayah, sedangkan analisa model I-O biasanya disajikan dalam bentuk tabel I-O yang memudahkan kita dalam menggambarkan hubungan transaksi

(*supply* dan *demand*) antara berbagai sektor perekonomian. Model I-O yang telah dikembangkan dapat menunjukkan kontribusi dari sektor transportasi terhadap salah satu sektor ekonomi. Tinggi rendahnya biaya transportasi dapat dikuantifikasi dari jumlah pergerakan barang dari masing-masing sektor perekonomian suatu wilayah. Dengan asumsi nilai transportasi barang tersebut telah dimasukkan dalam pembiayaan antara dari masing-masing sektor ekonomi yang ditinjau baik sebagai input antara ataupun sebagai kebutuhan akhir dari suatu sektor produksi.

Murahnya biaya transportasi dapat memicu tumbuhnya angka produksi dari suatu wilayah, aglomerasi dan membuka pemasaran dari barang yang lebih luas lagi. Sebaliknya tingginya biaya transportasi akan menyebabkan tingginya biaya produksi dimana berkaitan mempengaruhi nilai jual dari komoditas tersebut dan menurunkan daya saing dari wilayah sumber komoditas tersebut berasal. Hal ini dapat dihindari dengan melakukan perencanaan sistem transportasi barang yang berkelanjutan dengan memperhatikan beberapa hal antara lain keseimbangan antara *supply* dan *demand*, menciptakan *cluster zone* dari jenis komoditas, menerapkan sistem multi moda dan mengembangkan sistem informasi yang dapat membuat suatu sistem menjadi lebih efektif dan efisien. Disamping hal tersebut peran pemerintah tidak terlepas dari sistem ini, selain berperan sebagai regulator yang harus menjaga persaingan, mengatur distribusi dari suatu produksi dan juga melakukan pengawasan terhadap pergerakan transportasi barang agar tidak terjadi penyimpangan dalam pelaksanaannya.

Peran sektor transportasi dalam suatu proses produksi dapat dengan jelas terlihat. Terutama dalam menggunakan model I-O tetapi kenyataannya dalam perhitungan Nilai Tambah Bruto (PDB suatu wilayah) tidak memperhitungkan pembiayaan dari sektor transportasi oleh karenanya perlu disinkronisasi dari perhitungan nilai tambah dari suatu wilayah produksi yang disebabkan akibat perubahan biaya transportasi.

Perencanaan yang sudah dibuat di Indonesia telah dibentuk menjadi regulasi dengan mengeluarkan peraturan presiden mengenai sistem logistik nasional dengan dominasi dari infrastruktur jalan masih lebih menonjol dari infrastruktur lainnya. Hendaknya kebijakan yang diambil ini dapat di aplikasikan dan hanya tidak menjadi konsep tanpa realisasi.

Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu model manfaat dari suatu investasi infrastruktur transportasi yang terukur dengan Nilai PDB (Produk Domestik Bruto) suatu wilayah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banister, David, and Berechman Joseph, 2000, "Transport Investment and Economic Development", UCL Press, 2000.
- Egger, Peter, 2015, "On the Impact of Transportation Costs on Trade in a Multilateral World" Southern Economic Journal
- Goodwin, Frazer, 2000, "Transport, Infrastructure and The Economy" European Federation For Transport and Environment Journal, Brussel.
- Ifan Haryanto (2012), Dampak Investasi Infrastruktur Transportasi Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja Sektor Ekonomi Dan Distribusi Pendapatan Masyarakat Di Provinsi Jawa Barat, Disertasi Institut Pertanian Bogor
- Miller and Blair, 1985 "Input – Output Analysis Foundations and Extensions", Cambridge, 1985.

Peraturan Presiden no. 26 Tahun 2012, “Sistem Logistik Nasional”.

Rodrigue , Dr. Jean-Paul, 2013 “Freight Transportation and Value Chains”

Sulistyorini, Rahayu (2010), “Analisis Pergerakan Orang dan Barang Terkait Program Percepatan Pembangunan Ekonomi di Propinsi Lampung.”

The Asia Foundation dan LPEM-UI, (2008): Biaya Transportasi Barang Angkutan, Regulasi, dan Pungutan Jalan di Indonesia, The Asia Foundation, 55p.

Weisbrod, Glen (1998): Productivity and Accessibility: Bridging Project-Specific and Macroeconomic Analyses of Transportation Investments, Journal Of Transportation And Statistics, United States Department of Transportation, 3. 65-78p.

## EVALUASI KETERSEDIAAN INFRASTRUKTUR JALUR PEJALAN KAKI DI UNIVERSITAS INDONESIA

**Muhammad Safarudin Surya**  
Mahasiswa Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI  
Depok 16424  
Telp. (021) 7862222  
[msafarudinsurya@gmail.com](mailto:msafarudinsurya@gmail.com)

**Jachrizal Sumabrata**  
Dosen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI  
Depok 16424  
Telp. (021) 7862222  
[rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

**Tri Tjahjono**  
Dosen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI  
Depok 16424  
Telp. (021) 7862222  
[tjahjono@eng.ui.ac.id](mailto:tjahjono@eng.ui.ac.id)

### Abstract

Walking is one of the short distance transportation activities for students of Universitas Indonesia. However, all around the campus there are still some pedestrian paths that are less maintained and connection-less than the rest. Knowing the existing condition of the current pedestrian infrastructure, factor in to the evaluation of the pedestrian pathways. This evaluation is necessary to determine the factors that influence the willingness of students to walk. This study uses survey and direct observation through the questionnaire given to the students of Universitas Indonesia. The results of the analysis based on the respondents' assessment variables for pedestrian infrastructure, indicates that the variable most influential is the facility itself, with a significance value below 0.01. As for the desire to walk away, the reliability of the walk way is the most influential variable with the significance values below 0.01.

*Keywords* : Walking, Evaluation, Pedestrian Pathways, Statistic Descriptive Method

### Abstrak

Berjalan kaki merupakan salah satu kegiatan transportasi jarak dekat bagi mahasiswa Universitas Indonesia. Evaluasi jalur pejalan kaki ini diperlukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keinginan mahasiswa untuk berjalan kaki, mengetahui kondisi infrastruktur pejalan kaki yang ada di UI. Penelitian ini menggunakan survey pengamatan langsung dan menggunakan kuesioner yang ditujukan kepada mahasiswa Universitas Indonesia. Hasil analisis pada variabel berdasarkan penilaian responden untuk infrastruktur pejalan kaki, menunjukkan bahwa variabel fasilitas adalah yang paling berpengaruh kuat, dengan nilai signifikansi dibawah 0,01. Sedangkan bagi keinginan untuk berjalan kaki, variabel kehandalan merupakan variabel yang paling berpengaruh kuat dengan nilai signifikansi dibawah 0,01.

*Kata kunci* : Berjalan Kaki, Evaluasi, Jalur Pejalan Kaki, Metode Statistik Deskriptif

## PENDAHULUAN

### LATAR BELAKANG

Berjalan merupakan salah satu moda transportasi yang pada saat ini mulai dikembangkan kembali. Hal ini terjadi mengingat semakin meningkatnya isu pencemaran udara akibat dari aktivitas kendaraan yang mengeluarkan zat-zat seperti gas. Dengan berjalan kaki, kegiatan ini diharapkan menjadi pengganti peran kendaraan bermotor untuk perjalanan jarak dekat. Keinginan untuk berjalan kaki masih terhambat dengan minimnya fasilitas pejalan kaki yang baik dan nyaman. Kampus Universitas Indonesia (UI) Depok merupakan salah satu kampus yang mempunyai luas area terbesar di Indonesia. Kampus UI Depok mempunyai dua belas fakultas. Kampus UI Depok juga mempunyai berbagai fasilitas gedung seperti sramahasiswa, pusat kegiatan mahasiswa, perpustakaan pusat, masjid UI, rektorat, stadion, gymnasium, dan

lain-lain. Terdapat sekitar 40.000 mahasiswa mencakup seluruh program pendidikan, dan sejumlah dosen dan karyawan yang melakukan berbagai aktivitas di wilayah kampus UI. Selain itu, Kampus UI Depok juga menghubungkan Jalan Margonda dengan wilayah Kukusan, hal tersebut mengakibatkan banyak nyawanya sekitar yang melewati jalan-jalan di dalam UI untuk melakukan aktivitasnya. Letak Kampus UI Depok berada di perbatasan Depok dan Jakarta telah menjadikan kawasan UI sangat strategis.

Untuk memberikan fasilitas berjalan yang lebih baik, di Kampus Universitas Indonesia pada saat ini sudah disediakan fasilitas pejalan kaki di pinggir jalan atau trotoar. Akan tetapi, fasilitas tersebut tidak sepenuhnya dapat dirasakan kenyamanannya. Fasilitas pejalan kaki yang nyaman merupakan salah satu kriteria yang sangat penting dalam usaha untuk mendorong orang untuk lebih banyak berjalan kaki (Natalia, 2011). Berjalan kaki merupakan salah satu alternatif dari sebuah perjalanan yang sangat didukung oleh pihak Kampus UI. Hal ini bisa kita lihat dari tersedianya berbagai jalur pedestrian yang disediakan untuk memudahkan seseorang melakukan perjalanan pada tempat-tempat yang berdekatan. Sayangnya, jalur pedestrian yang sudah ada masih belum dapat menarik minat banyak mahasiswa untuk memilih berjalan kaki sebagai pilihan dalam melakukan perjalanan di dalam wilayah kampus.

### **PERUMUSAN MASALAH**

Studi ini adalah untuk mencari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketersediaan jalur pejalan kaki dan keinginan dalam berjalan kaki bagi para mahasiswa Universitas Indonesia.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **HAL YANG DAPAT MEMPENGARUHI DALAM BERJALAN KAKI**

Keputusan yang diambil oleh seseorang yang berjalan kaki sangat tergantung pada seberapa jauh perjalanan yang ditempuh, tingkat keamanan jalur pejalan kaki, dan kenyamanan yang diperoleh dibandingkan dengan moda yang lain (TRB, 2006). Menurut Unterman (1984), terdapat empat faktor yang mempengaruhi jarak tempuh orang untuk berjalan kaki, yaitu :

#### **1. Waktu**

Seseorang akan cenderung berjalan lebih lama dan menempuh jarak yang lebih jauh untuk kegiatan rekreasi atau berbelanja, akan tetapi terjadi hal yang sebaliknya untuk kegiatan bekerja.

#### **2. Kenyamanan**

Jalur pejalan kaki yang nyaman, misalkan dalam hal ketersediaan trotoar dan perlindungan terhadap pengaruh cuaca atau iklim, dan sesuai dengan kebutuhan.

#### **3. Ketersediaan kendaraan bermotor**

Pada tempat dengan kendaraan bermotor yang harganya murah, cepat, fleksibel, dan efisien dalam hal waktu, serta didukung oleh sistem lalu lintas yang bagus, mendorong masyarakatnya untuk menggunakan kendaraan bermotor. Masyarakat akan cenderung berjalan lebih aktif di daerah dengan perencanaan transportasi umum yang baik dan harga kendaraan bermotor yang mahal.

#### 4. Pola tata guna lahan

Pada pola tata guna lahan yang homogen akan menyulitkan pejalan kaki untuk melakukan aktivitas yang berbeda dengan berjalan kaki, karena keterbatasan waktu yang dimilikinya.

Menurut Untermann (1984), seharusnya jalur pejalan kaki memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Keamanan (*safety*), pejalan kaki harus mudah bergerak atau berpindah dan terlindung dari kendaraan bermotor.
2. Menyenangkan (*convenience*), pejalan kaki harus memiliki rute sesingkat mungkin (jarak terpendek) yang bebas hambatan dari suatu lokasi ke lokasi tujuan lain.
3. Kenyamanan (*comfort*), pejalan kaki harus memiliki jalur yang mudah dilalui, seperti halnya kendaraan bermotor berjalan di jalan bebas hambatan.
4. Menarik (*attractiveness*), pada tempat tertentu diberikan elemen yang dapat menimbulkan daya tarik seperti elemen estetika, lampu penerang jalan, lansekap, dll.

### JALUR PEJALAN KAKI DI UNIVERSITAS INDONESIA

Kampus Universitas Indonesia (UI) Depok memiliki luas sekitar 312 hektar yang dibagi dalam empat area. Yaitu sebagai hutankota (110 hektar), danau dan resapan (30 hektar), penyanggalingkungan (12 hektar) dan bangunan fisik (170 hektar) (Ratna, 2013). Kampus Universitas Indonesia Depok pada saat ini memiliki 12 fakultas. Fakultas tersebut adalah Fakultas Hukum, Fakultas Psikologi, FISIP, Fakultas Ilmu Budaya, Fakultas Ekonomi, Fakultas Teknik, Fakultas Vokasi, Fakultas MIPA, Fakultas Ilmu Keperawatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Komputer, dan Fakultas Farmasi. Pada setiap fakultas di Universitas Indonesia, terdapat beberapa akses atau jalur yang tersedia dan menghubungkan antara jalur yang satu dengan jalur yang lainnya. Akses jalur tersebut berupa jalan utama, jalur sepeda, dan jalur pejalan kaki.



Gambar 1 Peta Kawasan Kampus UI Depok

Jalur khusus yang terdapat pada jalur pejalan kaki di UI memiliki lebar jalan yang berbeda-beda, yaitu dari ukuran 0,8 – 2 meter. Jalur pejalan kaki UI terbuat dari material *paving-block* bertekstur persegi. Pada beberapa lokasi terdapat petunjuk a rambu-rambu bagi pejalan kaki dan di setiap h a l t e terdapat zebra cross yang digunakan untuk para pejalan kaki dalam menyebrang kesisilainnya.



## Gambar 2 Kondisi Jalur Pejalan Kaki di Kawasan Kampus UI Depok

Gambar di atas merupakan beberapa contoh kondisi jalur pejalan kaki di UI. Jalur yang tersedia adaannya sangat berbeda-beda, ada yang terawat dan terdapat pula beberapa jalur yang rusak.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode statistik deskriptif dan non parametrik. Pengambilan data dilakukan pada data primer dan data sekunder. Untuk data sekunder, data yang didapatkan yaitu mengenai peta jalur pejalan kaki UI, sedangkan untuk data primer didapat dari pengamatan langsung dan sebaran kuesioner kepada sebanyak 220 responden. Para responden tersebut yaitu adalah mahasiswa yang berjalan kaki di jalur pedestrian Kampus UI Depok. Pada pengamatan langsung yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi pada kondisi faktual jalur pejalan kaki di UI serta melakukan pengukuran data mengenai panjang dan lebar jalur yang tersedia. Sedangkan pada teknik pengumpulan data yang berjenis kuesioner, peneliti bertujuan untuk mengetahui data umum responden seperti usai, jenis kelamin, asal fakultas, daerah asal dan tujuan berjalan kaki, maksud untuk berjalan kaki, dan frekuensi penggunaan jalur pejalan kaki.

Pada bagian kuesioner juga terdapat pernyataan yang akan diberikan nilai oleh para responden dalam bentuk skala likert, pernyataan tersebut merupakan jabaran dari lima faktor yang mempengaruhi pendapat responden terhadap ketersediaan infrastruktur jalur pejalan kaki UI dan keinginan untuk berjalan kaki sebagai transportasi jarak dekat, adapun kelima faktor tersebut adalah keamanan, kenyamanan, aksesibilitas, kehandalan, dan fasilitas.

Data yang didapatkan melalui kuesioner kemudian dimodelkan dengan pendekatan regresi jenis linear berganda.

Bentuk Umum Regresi Linier Berganda

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Y : peubah tak bebas a : konstanta

X<sub>1</sub> : peubah bebas ke-1 b<sub>1</sub> : kemiringan ke-1

X<sub>2</sub> : peubah bebas ke-2 b<sub>2</sub> : kemiringan ke-2

X<sub>n</sub> : peubah bebas ke-n b<sub>n</sub> : kemiringan ke-n

Kelima faktor (keamanan, kenyamanan, aksesibilitas, kehandalan, dan fasilitas) adalah sebagai

variabel independen penelitian dan variabel infrastruktur dan keinginan adalah sebagai variabel dependen. Pada tahap awal penelitian dapat berdasar klasifikasi data responden, (1) Data responden secara total, (2) Data responden berdasarkan jenis kelamin, (3) Data responden berdasarkan angkatan, (4) Data responden berdasarkan frekuensi penggunaan jalur pejalan kaki.

Skala dalam penilaian kuesioner ini adalah :

1 = Sangat Tidak Setuju

3 = Agak Tidak Setuju

5 = Setuju

2 = Tidak Setuju

4 = Cukup Setuju

6 = Sangat Setuju

## HASIL PENELITIAN

Adapun dalam beberapa hasil penelitian untuk kelompok data pertama yaitu mengenai karakteristik data responden serta nilai hasil regresi berdasarkan bagian kuesioner yang disajikan dalam bentuk metode *likert* yang akan menggambarkan suatu hubungan atau keterkaitan antara hasil olahan data pada kelompok data dalam variabel independen dengan variabel dependen. Untuk kelompok data awal disajikan dalam bentuk statistik deskriptif sebagai berikut :

**Tabel 1** Data Responden

Jenis Kelamin	
Laki-laki	44%
Perempuan	56%
Angkatan	
2013	21%
2012	32%
2011	11%
2010	35%
2009	1%
Frekuensi Berjalan Kaki di Jalur Pedestrian UI	
> 4 kali dalam Seminggu	70%
2-3 kali dalam Seminggu	16%
1 kali dalam Seminggu	5%
< 4 kali dalam Sebulan	9%
Jalur yang digunakan untuk berjalan kaki	
Jalur Pejalan Kaki	46%
Jalur Sepeda	19%
Jalur Kendaraan Umum	20%
Jalur Alternatif	15%
Jarak Tempuh Berjalan Kaki	
< 500 meter	54%
500 – 1000 meter	26%
> 1000 meter	20%
Tujuan Utama Berjalan Kaki	
Kuliah	48%
Olahraga	15%
Rekreasi	19%
Makan	18%
UKM/Organisasi	15%

**Tabel 2** Item Variabel dan Pernyataan

Faktor	Pernyataan	Mean		Modus
Keamanan	Bebas modakendaraan lain	4,19	3,72	5
	Terdapat rambu petunjuk	3,07		4
	Lintasan penyebrangan aman dilewati	3,91		4
Kenyamanan	Topografi nyaman	3,73	3,45	4
	Terdapat banyak peneduh	4,27		5
	Tidak terdapat jalur yang rusak	2,92		3
	Ketika hujan jalur tidak tergenang	2,87		3
Aksesibilitas	Jalur dapat diakses dengan mudah	4,24	3,97	4
	Jalur menghubungkan tempat yang sesuai	4,2		4
	Tidak ada jalur yang terputus ke tempat lainnya	3,46		3
Kehandalan	Lebih mudah dan jalur tercepat	4,07	4,47	4
	Apabila cuaca cerah, saya akan berjalan kaki	4,47		5
	Jarak yang cukup dekat membuat saya berjalan kaki	4,88		5
Fasilitas	Lebar jalur pejalan kaki UI sudah memadai	3,96	3,59	4
	Lampu penerangan berada dalam kondisi yang baik	2,53		2
	Jalur pejalan kaki mendukung Go Green Campus	4,27		4
Infrastruktur	Infrastruktur jalur pejalan kaki sudah tersedia dengan baik	3,62		4
Pilihan moda	Saya akan menggunakan jalur pedestrian sebagai prioritas jarak dekat	4,52		5

Dari hasil di atas didapatkan hasil bahwa :

1. Jumlah responden perempuan (56%) lebih banyak dibandingkan dengan responden laki-laki (44%).
2. Jumlah angkatan terbanyak adalah angkatan 2010 (35%)
3. Tingkat keseringan dalam berjalan kaki di jalur pejalan kaki UI terbanyak adalah lebih dari 4 kali dalam Seminggu (70%).
4. Jalur yang digunakan untuk berjalan kaki adalah jalur pejalan kaki UI (46%).
5. Jarak tempuh yang sering dilakukan oleh para responden paling banyak adalah kurang dari 500 meter (54%).
6. Tujuan utama dalam berjalan kaki bagi responden paling banyak adalah untuk kuliah (48%).
7. Faktor Kehandalan merupakan faktor yang paling tinggi nilai rata-ratanya yaitu sebesar 4,47
8. Faktor Kenyamanan menjadi faktor yang paling rendah nilai rata-ratanya yaitu sebesar 3,45.

Permodelan regresi yang digunakan ditujukan untuk mengetahui hubungan antara penilaian responden pada faktor keamanan (X1), Kenyamanan (X2), Aksesibilitas (X4), Fasilitas (X5) terhadap ketersediaan infrastruktur jalur pejalan kaki UI (Y1) dan keinginan untuk berjalan kaki sebagai transportasi jarak dekat (Y2). Pada hasil regresi besarnya pengaruh pada variabel dapat terlihat pada nilai r.

**Tabel 3** Nilai Regresi (Total Responden)

Variabel	Model Regresi	R	R square
Infrastruktur	$Y = -0,547 - 0,022(X1) + 0,299(X2) + 0,272(X3) + 0,035(X4) + 0,552(X5)$	0,7	0,49
Keinginan	$Y = 1,083 + 0,177(X1) + 0,014(X2) - 0,17(X3) + 0,587(X4) + 0,049(X5)$	0,49	0,24

**Tabel 4** Nilai Regresi berdasarkan jenis kelamin

Kategori	Variabel	Model Regresi	R	R square
Laki-laki	Infrastruktur	$Y = -1,242 - 0,061(X1) + 0,383(X2) + 0,325(X3) - 0,011(X4) + 0,602(X5)$	0,77	0,598
	Keinginan	$Y = 1,426 + 0,024(X1) + 0,109(X2) - 0,022(X3) + 0,461(X4) + 0,173(X5)$	0,43	0,19
Perempuan	Infrastruktur	$Y = 0,061 - 0,088(X1) + 0,208(X2) + 0,255(X3) + 0,037(X4) + 0,569(X5)$	0,66	0,444
	Keinginan	$Y = 0,557 + 0,277(X1) - 0,006(X2) + 0,011(X3) + 0,708(X4) - 0,066(X5)$	0,57	0,324

**Tabel 5** Perbandingan koefisien regresi untuk variabel dependen ketersediaan infrastruktur

Variabel	Koefisien variabel				Signifikansi			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Keamanan	-0,070	0,209	-0,760	-1,890	0,475	0,307	0,102	0,369
Kenyamanan	0,341	0,029	1,391	3,304	0,004	0,891	0,007	0,127
Aksesibilitas	0,266	0,276	0,384	-2,644	0,011	0,240	0,415	0,268
Kehandalan	-0,047	0,288	0,489	-0,556	0,662	0,240	0,259	0,802
Fasilitas	0,477	0,761	0,430	1,094	0,000	0,009	0,110	0,684
R	0,657	0,765	0,963	0,578				
R Square	0,42	0,586	0,928	0,335				

**Tabel 6** Perbandingan koefisien regresi untuk variabel dependen prioritas berjalan kaki untuk jarak dekat

Variabel	Koefisien variabel				Signifikansi			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Keamanan	0,192	-0,110	-1,074	-0,386	0,033	0,721	0,338	0,286
Kenyamanan	0,013	0,145	0,280	0,460	0,901	0,653	0,771	0,207
Aksesibilitas	-0,043	0,160	1,902	-0,177	0,643	0,650	0,149	0,657
Kehandalan	0,621	0,088	-0,849	0,395	0,000	0,811	0,440	0,306
Fasilitas	-0,034	0,670	0,438	0,083	0,715	0,115	0,495	0,857
R	0,543	0,464	0,648	0,492				
R Square	0,295	0,215	0,420	0,242				

Keterangan :

- a. > 4 kali dalam Seminggu
- b. 2-3 kali dalam Seminggu
- c. 1 kali dalam Seminggu
- d. < 4 kali dalam Sebulan

Hasil yang didapat setelah melakukan permodelan nilai regresi pada data responden total yaitu pada data responden secara keseluruhan tersaji pada tabel 3 yaitu faktor yang paling kuat mempengaruhi untuk variabel infrastruktur (Y1) adalah **faktor fasilitas** dengan koefisien regresi 0,552. Sedangkan untuk variabel keinginan (Y2) faktor yang memiliki pengaruh kuat yaitu terdapat pada **faktor kehandalan**.

Selanjutnya pada permodelan regresi kategorikal, dilakukan pengolahan terhadap data responden berdasarkan jenis kelamin, terlihat adanya perbedaan hasil yang ditunjukkan pada sajian data antar laki-laki dan perempuan yang berjalan kaki. Pada tingkat keseringan dalam berjalan kaki, ketersediaan infrastruktur sangat dipengaruhi oleh variabel fasilitas (nilai signifikansi dibawah 0,05) bagi yang sering berjalan kaki. Sedangkan pada pemilihan prioritas dalam berjalan kaki untuk jarak dekat, variabel yang paling berpengaruh adalah variabel kehandalan (nilai signifikansi dibawah 0,05).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Kondisi infrastruktur jalur pejalan kaki di Universitas Indonesia sudah cukup baik. Berdasarkan hasil kuesioner, nilai rata-rata dari tersedianya infrastruktur pejalan kaki di Universitas Indonesia adalah 3,62 dari skala satu sampai enam. Dan keinginan orang untuk berjalan kaki sebagai prioritas jarak dekat bernilai 4,52 dari skala satu sampai enam, dalam hal ini berarti cukup tinggi.
2. Ranking variabel ketersediaan infrastruktur dari yang paling berpengaruh sampai yang kurang berpengaruh adalah sebagai berikut : Fasilitas, Aksesibilitas, Kenyamanan, Kehandalan, & Keamanan.
3. Ranking variabel keinginan untuk berjalan kaki untuk jarak dekat dari yang paling berpengaruh sampai yang kurang berpengaruh adalah sebagai berikut : Kehandalan, Keamanan, Fasilitas, Aksesibilitas, & Kenyamanan.
4. Penilaian tertinggi terdapat pada pernyataan jarak yang cukup dekat membuat saya berjalan kaki yang bernilai 4,88 dan penilaian terburuk terdapat pada pernyataan lampu penerangan berada dalam kondisi baik yang bernilai 2,53.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Azwar, Saifuddin. 1999. Reliabilitas dan validitas: Seri pengukuran Psikologi. Yogyakarta: Sigma Alpha.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1993. Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan. Jakarta.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1995. Pedoman Teknis Perencanaan Teknis dan Perencanaan program Jalan Kabupaten. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum RI.
- Santoso, Singgih. 2012. Aplikasi SPSS pada Statistik Parametrik. Jakarta : Gramedia.
- Transportation Research Board. 2006. Improving Pedestrian Safety At Unsignalized Crossing. Washington, D.C.
- Tanan, Natalia. 2011. Fasilitas Pejalan Kaki. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum.
- Untermann, R.K, 1984. Accommodating the Pedestrian, Van Nostrand Reinhold Company. Melbourne

## STUDI ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENGARUH KETERSEDIAAN INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI SEPEDA DAN PEMILIHAN MODA TRANSPORTASI SEPEDA DI UNIVERSITAS INDONESIA

Maulana Ichsan Gituri  
Mahasiswa Program Sarjana  
Program Studi Teknik Sipil,  
Departemen Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas  
Indonesia, Depok 16424,  
Telp. (021 727 0028)  
[maulana.giturii@gmail.com](mailto:maulana.giturii@gmail.com)

Jachrizal Sumabrata  
Staf Pengajar  
Program Studi Teknik Sipil,  
Departemen Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas  
Indonesia, Depok 16424,  
Telp. (021 727 0028)  
[rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

Tri Tjahjono  
Staf Pengajar  
Program Studi Teknik Sipil,  
Departemen Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas  
Indonesia, Depok 16424,  
Telp. (021 727 0028)  
[tri.tjahjono@yahoo.com](mailto:tri.tjahjono@yahoo.com)

### Abstract

Universitas Indonesia as one of the campus that provides a wide variety of modes of transportation for campus visitors, one of them by providing bicycle transportation facilities. A bicycle transportation research in UI campus is needed to determine the factors that influence the availability of bicycle transportation infrastructure for the academic community and the desire to use the bicycle transportation modes. This study uses survey and direct observation using the enclosed questionnaire addressed to the academic community of the University Indonesia. Analyzing the data with descriptive statistical and non-parametrical statistic methods, which determine the correlation and linear regression. The results of the analysis on bicycle transportation infrastructure assessment showed that the most influential variable powerful facilities. While the desire for cycling, reliability variable is the variable that most strongly influences.

**Keywords :** *Infrastructure, bicycle transportation, descriptive statistics method*

### Abstrak

Universitas Indonesia sebagai salah satu kampus yang menyediakan berbagai macam moda transportasi bagi pengunjung kampus, salah satunya dengan menyediakan sarana transportasi sepeda. Melakukan penelitian transportasi sepeda di kampus UI ini diperlukan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi keinginan bagi civitas akademika untuk menggunakan moda transportasi sepeda serta ketersediaan infrastruktur transportasi sepeda. Penelitian ini menggunakan survey pengamatan langsung dan menggunakan kuisioner tertutup yang ditujukan kepada civitas akademika Universitas Indonesia. Menganalisis data dengan metode statistik deskriptif dan statistik non-parametrik, yaitu mengetahui korelasi dan regresi linier. Hasil analisis pada penilaian infrastruktur transportasi sepeda menunjukkan bahwa variabel fasilitas yang paling berpengaruh kuat. Sedangkan bagi keinginan untuk bersepeda, variabel kehandalan merupakan variabel yang paling berpengaruh kuat.

**Kata kunci:** *Infrastruktur, transportasi sepeda, metode statistik deskriptif*

## PENDAHULUAN

Universitas Indonesia, sebagai salah satu perguruan tinggi di Indonesia yang menarik perhatian lebih pada perkembangan *sustainable development*, dan telah menjadi pelopor *green-metric World University Ranking*, yaitu sebagai kampus pertama yang mengusulkan program penilaian terhadap lingkungan kampus di dunia dalam mewujudkan program pembangunan yang berkelanjutan berbasis lingkungan. Sebagai bentuk wujud nyatanya, kampus Universitas Indonesia semenjak tahun 1989 telah membangun suatu sistem transportasi yang mendukung penghematan bahan bakar fosil dengan menyediakan fasilitas Bis Kuning kepada civitas akademika sebagai transportasi umum dalam kampus. Setelah itu pada awal tahun 2007, Universitas Indonesia kembali memberikan solusi

transportasi kepada pengunjung universitas dengan menyediakan sepeda yang kemudian dinamakan dengan sepeda kuning.

Penyediaan fasilitas sepeda serta jalur khusus sepeda telah dikembangkan sebelumnya pada beberapa lingkungan kampus di Eropa dan Amerika. *University of California, Berkeley* membentuk suatu sistem jaringan transportasi jalur sepeda di lingkungan kampus dengan tujuan untuk meningkatkan akses sepeda kepada mahasiswa, karyawan dan pengajar serta sebagai sarana transportasi alternatif. Mengenai fasilitas dari transportasi sepeda penelitian yang dilakukan oleh Soren (2007) membuktikan bahwa dengan meningkatkan fasilitas penunjang transportasi sepeda seperti jalur khusus meningkatkan angka pengguna sepeda. Sedangkan mengenai transportasi sepeda di dalam kampus, penelitian yang dilakukan Akar dan Clinton (2008) di University of Maryland pada pengendara sepeda rutin dan tidak rutin sepakat bahwa jalur sepeda, tempat parkir sepeda di dekat gedung perkuliahan, rambu penunjuk pengguna sepeda mendorong mereka untuk menggunakan sepeda di dalam kampus

Pada tinjauan tentang infrastruktur moda transportasi sepeda di Universitas Indonesia, Ravira (2009) pada skripsi yang berjudul “Gambaran Man, Material, Method, Money pada keselamatan bersepeda di Universitas Indonesia”. Ravira (2009) melakukan penelitian dengan tujuan guna merancang suatu program keselamatan bersepeda di Universitas Indonesia, selanjutnya untuk mengetahui gambaran jalur sepeda, bengkel sepeda, sepeda kampus, tanda lalu-lintas sepeda, dan instalasi penerangan, metodologi yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis SWOT terhadap fasilitas sepeda melalui cara wawancara pihak penyelenggara fasilitas dan observasi langsung.

Fasilitas sepeda kuning yang terdapat pada lingkungan kampus Universitas Indonesia merupakan salah satu sarana pendukung mahasiswa dalam melakukan aktivitas perpindahan tempat dari suatu tempat ke tempat lain. Sepeda kuning yang disediakan, dapat diperoleh pada *shelter-shelter* yang tersebar di lingkungan kampus dan memiliki jalur yang terpisah dari jalan utama kampus. Fasilitas sepeda kuning ini beroperasi setiap hari Senin - Jumat pada pukul 07.00 s/d 17.00. Kampus Universitas Indonesia dikelilingi oleh lingkungan hunian mahasiswa, serta lebih dari 20.000 mahasiswa yang beraktivitas di dalam kampus setiap harinya dengan menggunakan berbagai moda transportasi seperti kendaraan bermotor roda dua dan empat, bis kuning, sepeda kuning dan berjalan kaki. Dengan banyaknya pilihan sarana transportasi yang dapat diakses mahasiswa dalam berpindah tempat di lingkungan kampus, pembahasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penilaian pengguna transportasi sepeda terhadap ketersediaan infrastruktur sepeda dan hal-hal yang menjadikan sepeda sebagai prioritas transportasi di dalam kampus.

### **Tinjauan Umum Transportasi Sepeda**

Menurut Akar dan Clinton (2009) sepeda merupakan moda transportasi yang dapat diakses dengan biaya yang tidak terlalu tinggi, dengan kecepatan level menengah serta menawarkan fleksibilitas waktu kedatangan dan keberangkatan jika dibandingkan moda transportasi lainnya. Sepeda juga memberikan efek positif pada kesehatan, berkontribusi dalam melindungi keberlangsungan lingkungan hidup serta meningkatkan kualitas hidup. Sementara itu Watson dan Grey, (1978); Sullivan, (1983); Whitt dan Wilson, (1980) via skripsi Ravira Riwanto (2009) memberikan uraian tentang keuntungan memilih sepeda sebagai moda transportasi yaitu :

1. Bentuk dan ukuran yang ringkas, memungkinkan sepeda untuk disimpan dengan mudah atau diangkut dalam kendaraan (untuk dipakai jika diperlukan). Dengan

teknologi konstruksi dan material yang ada saat ini, memungkinkan sepeda untuk dilipat dan mempunyai masa yang ringan

2. Teknologi *freewheel* pada sepeda memungkinkan sepeda dipakai dengan nyaman sekalipun pada jalan mendaki lebih dari 10% dan jangkauan jarak tempuh pemakaian sepedarelatig besar untuk suatu kawasan kota besar (4-5 km per 15 menit).
3. Nilai invesasi relatif sangat kecil dibandingkan kendaraan bermotor dan perawatan sepeda umumnya bisa dilakukan secara mandiri
4. Pemakaian sepeda memberikan sumbangan untuk kebersihan udara (pengurangan pemakaian bahan bakar mineral ysnng memberikan emisi buangan beracun-karbon monoskida.

Selain pembahasan mengenai moda transportasi sepeda itu sendiri, LTNZ (2005) juga membahas tentang berbagai macam tipe pengguna transportasi sepeda, mengingat sepeda merupakan salah satu moda transportasi yang mempunyai hubungan yang erat dengan golongan pengguna, Berbagai macam tipe pengguna sepeda ditentukan oleh tujuan oerjalanan serta kemampun orang itu bersepeda sendiri (LTNZ 2005), secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut

1. *Vulnerable cyclists* (pengendara pemula) – merupakan pengendara baik itu anak-anak, orang dewasa, orang tua yang belum memiliki kemampuan sepeda yang prima yang memiliki tujuan perjalanan tertentu
2. *Commuter cyclists* - pengendara sepeda yang telah menetapkan perjalanan asa dan tujuannya dalam periode yang berulang
3. *Recreational cyclists* - pengendara sepeda yang mengendarai sepeda untuk alasan-alasan khusus

### **Transportasi Sepeda di Universitas Indonesia**

Mulai diresmikan sejak tahun 2007, Transportasi Sepeda Kampus Universitas Indonesia di wilayah Depok telah menjadi salah satu pilihan moda transportasi bagi civitas akademika pada saat ini, Moda transportasi sepeda di Universitas Indonesia dapat digunakan oleh semua pengunjung lingkungan kampus yang mempunyai identitas resmi dari Universitas Indonesia dengan cara melakukan peminjaman yang biasa dikenal dengan *bike-sharing*, dalam penyelenggaraan transportasi sepeda, Universitas Indonesia menyediakan beberapa fasilitas penunjang, seperti jalur khusus untuk sepeda yang tidak dapat digunakan oleh moda transportasi lain, tempat peminjaman dan pengembalian sepeda, dan bengkel sepeda..Sepeda yang dapat digunakan tersedia pada 18 shelter yang tersebar di kawasan kampus UI yang posisinya berada pada sekitar gedung fakultas dan pintu keluar – masuk kampus UI.



**Gambar 1 :** Peta rute jalur sepeda kuning dan posisi *shelter* sepeda

Jalur khusus yang tersedia untuk transportasi sepeda, bersifat parallel dengan jalan utama yang digunakan oleh moda transportasi lain, yang memiliki keliling lebih kurang sebesar 9000 meter, dengan lebar 2100 mm, terbuat dari material *paving-block* bertekstur persegi, walaupun jalur sepeda secara umum terpisah dengan jalan utama, terdapat beberapa titik yang merupakan *conflict area* atau tempat persimpangan ataupun penyeberangan, khusus untuk titik-titik tersebut, diberikan marka atau warna khusus pada jalan utama yang menjadi tempat perlintasan sepeda.



**Gambar 2.** Kondisi Jalur Sepeda Di kawasan Kampus UI



**Gambar 3.** Jalur sepeda UI ketika memasuki perlintasan jalan Utama

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode statistik deskriptif dan non prametrik, dengan sumber dari 2 jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Pada data sekunder, data yang didapatkan yaitu peta jalur sepeda UI yang didapat dari pengelola, sedangkan data primer didapat dari pengamatan langsung dan sebaran kuesioner kepada 204 responden, responden yang dimaksud yaitu terbatas pada pengguna

sepeda UI. Pada pengamatan langsung peneliti melakukan observasi pada kondisi faktual jalur sepeda UI serta peneliti melakukan pengukuran data jarak serta elevasi yang menghubungkan antar shelter dengan bantuan alat *gps-tracking*. Sedangkan pada teknik pengumpulan data yang berjenis kuesioner, peneliti bertujuan mengetahui data umum responden seperti asal fakultas, shelter asal dan tujuan, maksud bersepeda, dan frekuensi penggunaan fasilitas sepeda UI, dan pada bagian akhir, responden kemudian memberikan *scoring* pada 20 pernyataan yang disajikan dalam bentuk skala likert, pernyataan tersebut merupakan jabaran dari lima faktor yang mempengaruhi penilaian responden terhadap ketersediaan infrastruktur sepeda UI dan keinginan menggunakan sepeda UI, adapun faktor-faktor tersebut ialah keamanan, kenyamanan, aksesibilitas, kehandalan, dan fasilitas.

Data yang didapatkan melalui kuesioner kemudian dimodelkan dengan pendekatan regresi jenis linear berganda.

Bentuk Umum Regresi Linier Berganda

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Y : peubah takbebas a : konstanta

X<sub>1</sub> : peubah bebas ke-1 b<sub>1</sub> : kemiringan ke-1

X<sub>2</sub> : peubah bebas ke-2 b<sub>2</sub> : kemiringan ke-2

X<sub>n</sub> : peubah bebas ke-n b<sub>n</sub> : kemiringan ke-n

Adapun lima faktor (keamanan, kenyamanan, aksesibilitas, kehandalan, dan fasilitas) sebagai variabel independen penelitian selanjutnya variabel infrastruktur dan keinginan sebagai variabel dependen. Pada tahap pemodelan regresi terdapat berbagai klasifikasi data responden, (1) Data responden secara total, (2) Data responden berdasarkan gender (laki-laki/perempuan), (3) Data responden berdasarkan frekuensi penggunaan sepeda, (4) Data responden berdasarkan tahun angkatan.

**Tabel 1.** Item Variabel dan Pernyataan

Keamanan
Terdapat rambu-rambu yang memberikan petunjuk ketika saya bersepeda
Jalur sepeda UI telah bebas dari moda kendaraan lain
Lintasan penyebrangan sepeda dalam kondisi yang aman untuk dilewati
Komponen keamanan sepeda telah tersedia dengan baik (pedal & rem)
Kenyamanan
Situasi topografi jalur sepeda UI nyaman untuk digunakan
Terdepat banyak peneduh seperti pohon di Jalur Sepeda UI
Sepeda kuning nyaman ketika dinaiki/digayuh
Jalur sepeda yang saya lewati tidak digunakan oleh pejalan kaki
Aksesibilitas
Shelter sepeda UI yang tersedia dapat diakses dengan mudah
Lokasi shelter sepeda UI berada dekat dengan asal/tujuan
Jam operasional sepeda kuning telah sesuai yang diharapkan (07.00-16:30)
Jalur sepeda UI sesuai dengan tujuan perjalanan
Keandalan
Perjalanan terasa lebih cepat ketika menggunakan sepeda UI

Saya merasa cukup dengan jumlah sepeda yang tersedia

Fasilitas

Shelter sepeda UI berada dalam kondisi yang baik

Jalur sepeda UI berada dalam kondisi yang baik

Sepeda UI yang tersedia layak digunakan

Sarana Sepeda UI mendukung gerakan Green Campus

Ketersediaan Infrastruktur dan Kemauan (*Willingness*)

Infrastruktur sepeda UI telah tersedia dengan baik

Saya akan menggunakan sepeda UI sebagai prioritas transportasi di kampus

## TEMUAN PENELITIAN

Adapun beberapa temuan yang didapatkan pada penelitian untuk kelompok data pertama yaitu data karakteristik responden serta nilai hasil regresi berdasarkan bagian kuesioner yang disajikan dalam bentuk metode *likert* yang menggambarkan keterkaitan antara hasil olahan data pada kelompok data dalam variabel independen dengan variabel dependen. Untuk kelompok data awal disajikan dalam bentuk statistik deskriptif sebagai berikut

**Tabel 2.** Data Responden

Jenis Kelamin		Transportasi Menuju Kampus	
Laki-Laki	50%	Jalan Kaki	42%
Perempuan	50%	Sepeda Motor	9%
Angkatan		Mobil	2%
2013	48%	Transportasi Umum	47%
2012	20%	Frekuensi penggunaan sepeda	
2011	15%	>2kali sehari	9%
2010	11%	>3 kali seminggu	31%
2009	4%	1-3 kali seminggu	37%
2008	1%	<5 kali dalam sebulan	19%
2007	1%	Pertama Kali	4%
Jarak tempuh bersepeda			
<500 m	36%		
500-800 m	32%		
800m-1500m	23%		
>1500 m	9%		

Pada pemodelan regresi, yang bertujuan untuk mengetahui hubungan Antara penilaian responden pada faktor keamanan (X1), Keamanan (X2), Kenyamanan (X3), Aksesibilitas (X4), Fasilitas (X5) terhadap ketersediaan infrastruktur transportasi sepeda UI (Y1) dan keinginan menggunakan fasilitas transportasi sepeda (Y2). Pada hasil regresi, besarnya pengaruh pada variabel dapat terlihat pada nilai *r*, serta nilai signifikansi.

**Tabel 3.** Nilai Regresi (total responden)

Variabel	Model regresi	R	R square
Infrastruktur	$Y = -0,02 + 0,023 (X1) + 0,03 (X2) + 0,14 (X3) - 0,04 (X4) + 0,84 (X5)$	0,7	0,49
Keinginan	$Y = 1,19 - 0,04 (X1) + 0,15 (X2) + 0,19 (X3) + 0,2 (X4) + 0,19 (X5)$	0,47	0,22

**Tabel 4.** Nilai Regresi berdasarkan jenis kelamin (L : laki-laki ; P : perempuan)

Variabel	Model regresi	R	R square
Infrastruktur (L)	$Y = 0,55 - 0,06 (X1) + 0,003 (X2) + 0,25 (X3) - 0,04 (X4) + 0,7 (X5)$	0,66	0,43
Keinginan (L)	$Y = 0,733 - 0,07 (X1) + 0,1 (X2) + 0,09 (X3) - 0,24 (X4) + 0,51 (X5)$	0,52	0,27
Infrastruktur (P)	$Y = -0,84 + 0,21 (X1) + 0,05 (X2) - 0,02 (X3) - 0,03 (X4) + 0,9 (X5)$	0,77	0,6
Keinginan (P)	$Y = 1,64 + 0,04 (X1) + 0,07 (X2) + 0,23 (X3) - 0,28 (X4) + 0,01 (X5)$	0,42	0,18

**Tabel 5.** Perbandingan koefisien regresi untuk variabel dependen ketersediaan infrastruktur

Variabel	Koefisien variabel			Signifikansi		
	<5 kali dalam 1 bulan	1-3 kali dalam seminggu	>3 dalam seminggu	<5 kali dalam 1 bulan	1-3 kali dalam seminggu	>3 dalam seminggu
Kemanan	-0.00117	0.088638	-0.24573	0.994469	0.492398	0.134996
Kenyamanan	0.064147	0.041878	0.026155	0.822867	0.600132	0.908384
aksesibilitas	0.102331	-0.06526	0.46409	0.638007	0.637766	0.003883
Keandalan	-0.09415	0.037699	-0.3565	0.663926	0.778076	0.032807
Fasilitas	0.7438	0.890669	1.177657	0.009492	0.001	0

**Tabel 6.** Perbandingan koefisien regresi untuk variabel prioritas penggunaan transportasi sepeda

Variabel	Koefisien variabel			Signifikansi		
	<5 kali dalam 1 bulan	1-3 kali dalam seminggu	>3 dalam seminggu	<5 kali dalam 1 bulan	1-3 kali dalam seminggu	>3 dalam seminggu
Kemanan	0.019572	0.114495	-0.09807	0.93432	0.741408	0.543445
Kenyamanan	0.627373	0.06498	-0.11022	0.125692	0.679584	0.624492
aksesibilitas	0.538393	0.231518	0.084073	0.084615	1.395181	0.584026
Keandalan	0.424793	0.049965	0.537656	0.168191	0.311847	0.001505
Fasilitas	-0.19866	0.27057	0.178429	0.60142	1.484998	0.434618

Adapun temuan yang didapat setelah melakukan pemodelan nilai regresi pada data responden total yaitu pada data data responden keseluruhan yang tersaji pada tabel 3 yaitu faktor yang paling kuat mempengaruhi untuk variabel infrastruktur (Y1) adalah faktor fasilitas dengan koefisien regresi 0,85; sedangkan untuk variabel keinginan (Y2) faktor yang memiliki pengaruh kuat yaitu terdapat pada faktor kehandalan dan aksesibilitas. Selanjutnya pada amodel regresi kategorikal, dilakukan pengolahan terhadap data responden

berdasarkan frekuensi sepeda dan jenis kelamin, terlihat adanya perbedaan hasil yang ditunjukkan pada sajian data Antara laki-laki dan perempuan, dan sajian data intensitas responden menggunakan sepeda UI.

## **KESIMPULAN**

Transportasi sepeda yang terdapat pada kampus Universitas Indonesia mendapat penilaian baik bagi para responden, serta berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada data-data yang telah dikumpulkan, diketahui bahwa, terdapat beberapa faktor yang mempunyai pengaruh kuat terhadap penilaian responden terhadap ketersediaan infrastruktur dan prioritas responden memilih sepeda sebagai moda transportasi di dalam kampus, faktor fasilitas memiliki pengaruh kuat pada penilaian responden terhadap infrastruktur transportasi sepeda diikuti oleh kehandalan, kenyamanan, aksesibilitas, dan keamanan. Sedangkan yang paling mempengaruhi responden pada keinginan memilih sepeda sebagai prioritas transportasi di dalam kampus ialah faktor kehandalan dan aksesibilitas. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih merinci, kedepannya diperlukan klasifikasi responden sesuai dengan rute jalur sepeda yang dilalui, mengingat dari hasil pengamatan langsung jalur sepeda yang menghubungkan shelter-shelter memiliki berbagai macam variasi baik itu jarak, topografi, dan faktor-faktor terkait lainnya

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Akar, Gulsah., Clifton, J. K., (2009) The influence of individual perception and bicycle infrastructure on the decision to bike, TRB 2009 Annual Meeting, Washington DC, USA
- Kingham, S., Taylor, K., Koorey, G., (2011), Assesment of the type of cycling infrastructure required to attract new cyclist, NZ Transport Agency, Wellington, New Zealand
- Oliver, Jonathan. (2011). *Bicyclist Understanding, Use, and Preference of Various Innovative Bocyte Infrastructure Treatments*. Tesis, School of Civil and Environmental Engineering Georgia Institue of Technology. Georgia
- Plaut, PO (2005) Non-motorized commuting in the US. Transportation Research Part D, no.10: 347–356
- Ravira (2009), *Gambaran Man, Material, Method, Money pada keselamatan bersepeda di Universitas Indonesia*, Skripsi, Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Indonesia, Depok
- Soren, Underlien. (2007). *Bicycle Tracks and Lanes: a Before and After Study*. TRB Committeeon Bicycle Transportation. Denmark Soren, Underlien. (2007). *Bicycle Tracks and Lanes: a Before and After Study*. TRB Committeeon Bicycle Transportation. Denmark.

## TUNNEL LIGHTING FOR VEHICLES IN DKI JAKARTA

**Endah Setyaningsih**  
Doctoral Degree Student of Civil  
Engineering Department -  
Faculty of Engineering  
Tarumanagara University  
Jln. Letjen S.Parman No. 1  
Jakarta 11440  
Telp: (021) 5638359  
[endah.setyaningsih@yahoo.com](mailto:endah.setyaningsih@yahoo.com)

**Jeanny Pragantha**  
Computer Science Department –  
Faculty of Information  
Technology  
Tarumanagara University  
Jln. Letjen S.Parman No. 1  
Jakarta 11440  
Telp: (021) 5676260  
[jeanny11440@yahoo.com](mailto:jeanny11440@yahoo.com)

**Lydwina Wardhani**  
Electrical Engineering  
Department - Faculty of  
Engineering  
Tarumanagara University  
Jln. Letjen S.Parman No. 1  
Jakarta 11440  
Telp: (021) 5638359  
[winaelektro13@gmail.com](mailto:winaelektro13@gmail.com)

### Abstract

Tunnel, a subsidiary structure of the street, must have lighting system in accordance with the public street lighting. Many streets in DKI Jakarta don't have sufficient lighting, and so do tunnels. This research aim is to know the lighting of two tunnels, located on Tomang junction and Jl. TB Simatupang, by measuring illuminance and luminance with light meter. Night time illuminance of first tunnel is 32 - 120 lux. Illuminance of second tunnel is 53 - 163 lux. These values are far above SNI value which is 20 - 25 lux. Meanwhile the lighting before tunnel entrance and after exit zone are not sufficient (below 8 lux), causing driver's sight to feel uncomfortable when he enters or exits tunnel (black hole effect). HPS lamps of Tomang tunnel give yellow color impression but TB Simatupang tunnel gives white-yellow color impression because of alternate installation of HPS lamps with some LED lamps on threshold zone. These conditions show that there isn't good planning in choosing tunnel lamp.

**Key Words:** *black hole effect, illuminance, luminance, tunnel lighting, tunnel zone*

### Abstrak

Terowongan diklasifikasikan sebagai bangunan pelengkap jalan, yang harus mempunyai sistem penerangan sebagaimana penerangan jalan umum. Banyak jalan di DKI Jakarta pencahayaan jalannya belum memadai, hal ini juga yang terjadi di terowongan. Penelitian ini untuk mengetahui pencahayaan pada 2 (dua) terowongan, yaitu terowongan di J. Perempatan Tomang Jakarta Barat dan di Jl. TB Simatupang Jakarta Selatan, yaitu dengan melakukan pengukuran iluminansi dan luminansi menggunakan alat ukur light meter. Iluminansi malam hari pada terowongan di perempatan Tomang dan TB. Simatupang berturut-turut adalah 32 - 120 lux dan 53 - 163 lux yaitu jauh melebihi SNI sebesar 20 - 25 lux. Sementara itu pencahayaan sebelum portal terowongan dan setelah zona exit, iluminansinya lebih kecil dari 8 lux, sehingga mengakibatkan pengemudi merasakan ketidaknyamanan penglihatan pada saat masuk dan keluar terowongan (black hole effect). Lampu HPS di terowongan perempatan Tomang memberikan kesan warna kuning, dan di Jl. TB Simatupang menggunakan jenis lampu HPS juga, namun sebagian menggunakan jenis lampu LED yaitu di zona threshold, sehingga kesan warna pada terowongan kuning dan sebagian putih. Hal ini menunjukkan perencanaan dalam pemilihan lampunya kurang baik.

**Kata Kunci:** *Pencahayaan terowongan, Iluminansi, Luminansi, Zona terowongan, Black Hole effect*

## INTRODUCTION

The street lighting is one part that needs to be considered in street transportation planning, especially the street lighting at night time. Good lighting is needed to estimate the car's speed, to monitor a hazard coming from the side of the car, and to maintain the inter car distance (Fusheng Li, 2012), so that the main function of the public street lighting is to provide the light for the street users to recognize the things around them quickly, accurately, and comfortably. The value of illuminance and luminance for the street lighting are mentioned in Indonesia National Standard, which are published by The Committee of National Standardization/BSN (SNI 7391, 2008). There are a lot of street lightings in DKI Jakarta which do not meet the lighting standard (Setyaningsih, et al, 2013). This conclusion is based on the measurements done on many locations in DKI Jakarta, such as in major

streets (Jl. Patimura, Jl. Antasari, Jl. Daan Mogot dan Jl. Satria ), in collector streets (on Pasar Rebo area and on Jl. PBSI, East Jakarta), and in some alleys in Kebon Jeruk, West Jakarta. Based on these data, it can be estimated that tunnel as street subsidiary structure has insufficient lighting. Main criteria that affects good lighting and comfortable sight of the street user is the illuminance and luminance. Other criteria is color rendering index (the unit is percent) or *cgi*, and color temperature (the unit is Kelvin degree). The term “tunnel” can mean *underpass* or *tunnel*. Tunnels in DKI Jakarta are the ones on Jl. TB Simatupang, on Pasar Rebo area, on Tomang junction, on Jl. Casablanka, on Cawang area and on Blok M area. Introductory survey shows that some of the tunnel lamps are on for the whole 24 hours, and some of them are off, and the illuminance of some tunnels do not meet the required standard. Maintenance of lamps and luminaires are not done regularly and it causes some tunnels look dark and neglected. Because of it, this research will measure illuminance and luminance of tunnel area, both during the day and night time. The measurement has to be done in order to design the a good tunnel lighting both on day and night time. Tunnel lighting at daytime is not the same for all the zones because of the effect of sun light at the entrance and exit area of the tunnel. Significant light contrast between the outside area and inside area of tunnel can cause the driver reduce vehicle speed as he enters the tunnel. This phenomena is called “*black hole effect*”. This effect can be minimized by providing enough lighting on the entrance zone or on treshold zone so that the eyes can do the adaptation (Buraczynski, et al, 2010). The tunnel lighting at nighttime should be distributed equally on all zones. The important factor of tunnel lighting is luminance because of the continuous reflection effect from the street surface, tunnel wall and tunnel roof.

The aim of this research is to analyze the tunnel lighting on Jl TB Simatupang. The result of the research will be given as a recommendation to public street lighting manager (PJU) or The Department of Energy and Industry in DKI Jakarta. The expectation is PJU will plan, design, and maintain the tunnel lighting well so that society will have a guarantee of safety, security and comfortable feeling when they pass through the tunnel.

## **TUNNEL**

The term tunnel can mean underpass. Underpass is a street which is covered all round it, and its street elevation is generally under the ground (PU, 2009). The term underpass is more accurate to be used on the transportation sector. But the term tunnel can also mean street covering, both the natural and artificial one, without paying attention to the length and characteristic of the tunnel itself. According to the practical guide of safety aspect in design, made by Public Work Ministry, tunnel is a subsidiary street structure, which must have public street lighting system. The tunnel design has to consider the need of minimum space which must be provided by all good facility and architectural element. Tunnel dimension covers the width of the street body, width of street shoulder, and width of bicycle path. Width of the down traffic should be the same as the width of the up traffic. The width of the down traffic shouldn't be less than 8 meters. When there is no shoulder of the street, the path for the street side should be provided with the hardened covering on both of traffic sides and its width shouldn't be less than 0.5 meter. The pedestrian path should be provided with no less than 0.5 meter width on both sides and no less than 5.1 meter vertical height from the hardened surface of the street. This pedestrian path is intended to give access for the pedestrian in case of emergency and for the cleaning and

maintaining service. The other meaning of tunnel is a constructional part of the street that functions as traffic service structure (traffic continuous movement). Tunnel is a shortcut way under the ground, or the hill. Generally tunnel is covered on every side except on the tips of the tunnel which both of them are open to outside surroundings. Some civil engineering experts make a condition that the tunnel shouldn't be less than 0.1 mile (approximately 160 meters). If it is less than 0.1 mile, it should be called underpass (Practical Guide of Safety Aspect of Public Work Ministry, 2013).

Tunnel consists of long tunnel and short tunnel according to its visibility. Short tunnel is a tunnel whose exit is clearly seen from a point in front of its entrance when there is no vehicle passes by. Usually the length of the short tunnel is around 150 feet. Some tunnels whose length is 400 feet can be classified as a short tunnel if the tunnel is straight, flat, and it has certain ratio between its height and length. Short tunnel generally doesn't need lighting system in order to provide good visibility for driver. Sunlight penetration at daytime from both sides of the short tunnel, and the silhouette effect of the light from the tip of the other side of tunnel, will provide adequate visibility. All the tunnel whose exit cannot be seen clearly from a point in front of its entrance when there is no vehicle passing by, are called long tunnel. Usually the length of long tunnel, when it is straight, is more than 150 feet. The brightness of the exit of the long tunnel, as the silhouette effect, is usually too small to support the driver visibility.

A long tunnel can be classified into several different zones for the purpose of lighting design. The five zones are:

1. Access zone

Access zone is part of the street which is close to the entrance of the tunnel, where the driver can detect any obstructions inside the tunnel. On this zone, the adaptation level of the driver's eyes can be determined. This adaptation level will determine how much luminance is required by the tunnel entrance located on threshold zone.

2. Threshold zone

Threshold zone is one of the four tunnel zones which have certain characteristic. A driver on access zone must be able to detect the obstructions in threshold zone before the driver enters the tunnel. The length of this zone depends on determined maximum traffic speed. It shouldn't be less than the vehicle stopping distance. Threshold zone requires a relatively high lighting level.

3. Transition zone

Transition zone is a zone where the transition of lighting level occurs, from the relatively high one in threshold zone to the relatively low one in interior zone. The lighting level transition occurs step by step. This zone length is a function of certain maximum traffic speed and the lighting level difference between threshold zone end and interior zone beginning.

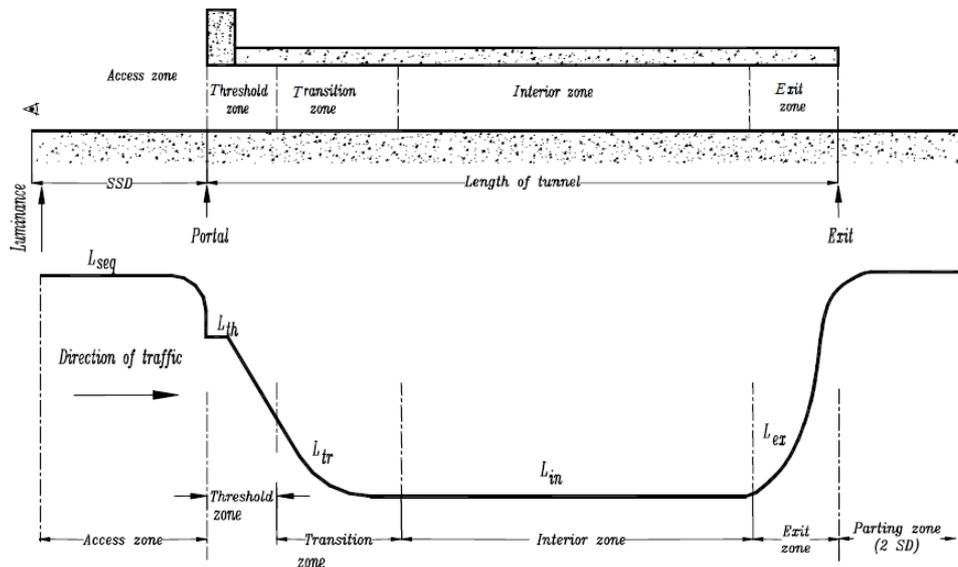
4. Interior zone

Interior zone, is a tunnel part which gets the least effect of sun light. The driver's visibility at this zone is really determined by the artificial lighting. Interior zone has one special feature, a constant lighting level on the whole area.

5. Exit zone

Exit zone is a tunnel part where the sight of the driver heading to exit is affected by the light brightness from outside area of tunnel. The driver should be able to predict the

movement of the car ahead when that car is covered by the bigger shadow of other car. Figure 1 below shows the five zones of tunnel.



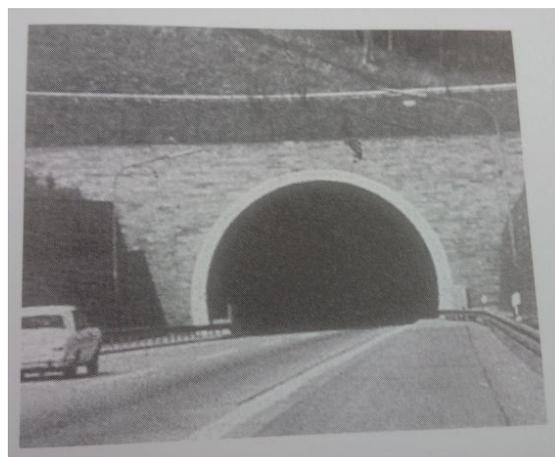
**Figure 1** The Five Zones of Tunnel (CIE,2004)

### Tunnel Lighting

The basic purpose of tunnel lighting is to provide adequate and comfortable visibility to tunnel user, both at day and night time (IES, 2010). Some main factors that affect the lighting design are:

1. Minimum black hole effect at tunnel entrance

Driver eyes at daytime will adapt to high luminance on access zone, causes the tunnel entrance with a low luminance is seen as “black hole”. Figure 2 is the picture of the black hole effect at tunnel.



**Figure 2** Black Hole Effect at Tunnel Entrance with Bad Lighting

(Phillips,1993)

2. Tunnel classification into zones with different length and different lighting level so that the eyes can adapt from the strongest sun light to the minimum tunnel lighting level.
3. Location and position of the light source
4. Minimum glare
5. Minimum flicker on dark-bright area (zebra area)
6. Adequate reflection along the tunnel
7. Comfortable color contrast along the tunnel
8. Sufficient lighting for traffic signal and signs

Tunnel lighting level is stated in average horizontal values of highway at the minimum condition. The wall reflection of 70% or more and luminaire usage which shine the street and the wall will produce horizontal lighting level according to the rule, and makes the visibility become satisfactory or good enough. At this condition, the horizontal lighting level will also produce enough vertical lighting level. The vehicle speed limit inside the tunnel is 75 miles per hour (ANSI/IES Rp-22-11, 2011), and in the crowded traffic, the maximum inter vehicle distance is 50 feet. The driver focus is paid mainly on the signs located on the pavement body and side, which shapes the vehicle path. The driver focus is also paid on the vehicle in front of him and to the vehicles of the opposite direction. Well distributed lighting level on vertical and horizontal surface is very important for a good visibility inside the tunnel. Luminance on vertical surface is very important for the tunnel path beside the wall. High wall luminance on the tunnel entrance is very useful to reduce the black hole effect.

### **Tunnel Lighting at Daytime**

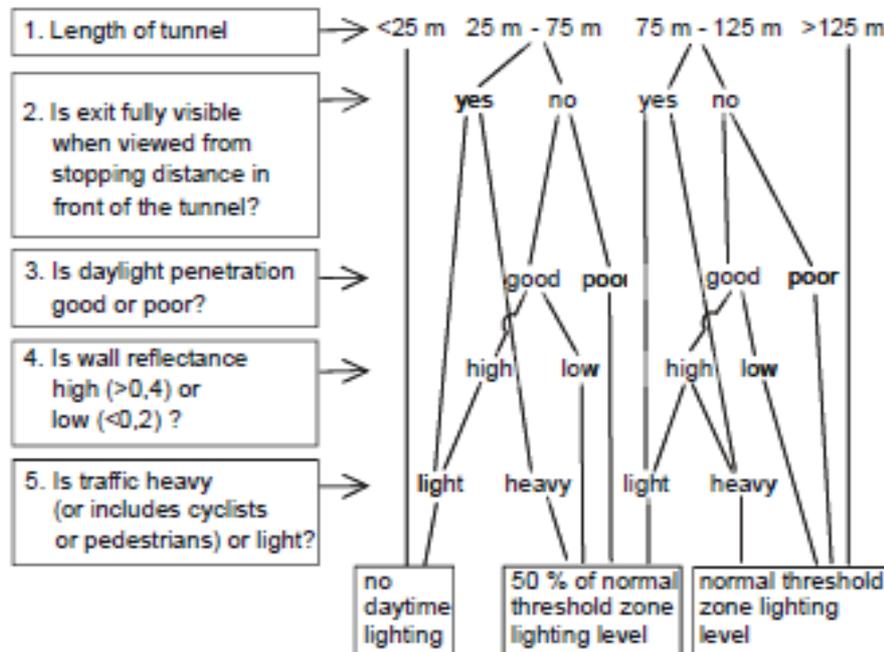
A tunnel doesn't need extra lighting at daytime when the exit is fully visible from a point in front of the tunnel, which is a stopping distance from the entrance. On the other hand, a tunnel needs extra lighting when the exit, from the same distance above, looks like a black frame and the obstructions inside the tunnel (for example: a vehicle) cannot be seen. A tunnel is classified as a long tunnel, although the length is short, when the driver cannot see the exit from stopping distance in front of tunnel. The need of daytime lighting can be seen on the diagram made by CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), and it is shown in Figure 3.

Below are the types of lamps recommended for tunnel lighting (Buraczynski, et al, 2010 and SNI 7391, 2008):

1. Fluorescent lamp
2. Low pressure sodium lamp (LPS)
3. High pressure sodium lamp (HPS)
4. High voltage mercury lamp
5. LED (Light Emitting Diode) lamp
6. Electrodeless lamp (induction lamp)

The LED lamp is not recommended for tunnel lighting because of its complex installation, its inconsistency in light color, lamp age, and efficacy (Buraczynski, et al, 2010). Recently there is a LED lamp used for public street lighting with good performance (Fat, 2013). But LED lamp will not give good performance when the planning, design and installation are

not optimum. This thing can be found on the major street lighting in Jl. Antasari DKI Jakarta. The excessive numbers of LED lamps are causing glare and its lighting level is far above the SNI value (Setyaningsih, et al, 2013).



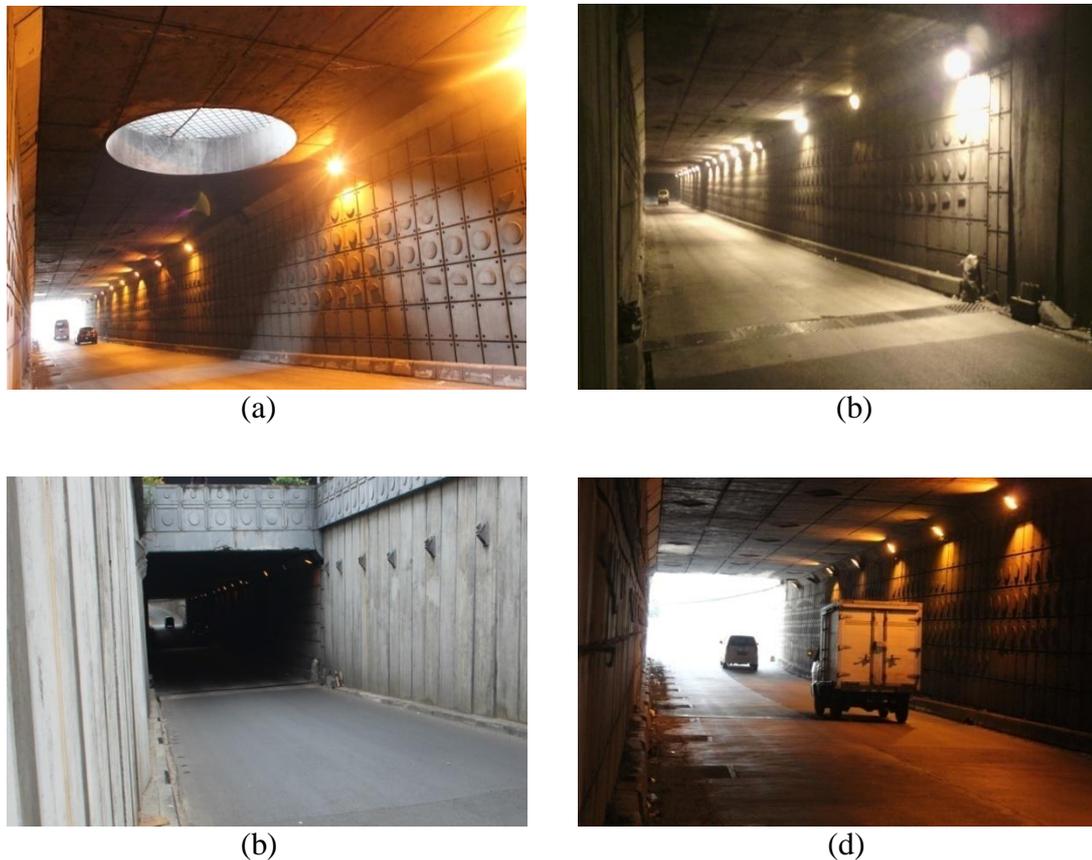
**Figure 3** The Need of Lighting at Daytime for Tunnels with Various Length (CIE, 2004)

## MEASUREMENT RESULT AND ANALYSIS

Tomang junction tunnel consists of tunnel to Tangerang direction and to Jakarta direction with the average speed of car passing by is around 60 km/hour. This tunnel is 120 meters in length. Each tunnel has 20 HPS lamps. The inter lamp distance is 6 meters, and the power of each lamp is 250 watt. HPS lamp has yellow color impression with *corelated color temperature* (CCT) of 2000 degree Kelvin. In the tunnel, there is one lamp housing with one broken HPS lamp and one off HPS lamp.

The device needed in this research is luxmeter or light meter to measure illuminance (the unit is lux), luminance meter to measure luminance (the unit is candela per square meter) and the ruler to measure the distance (the unit is meter). The measurement is done on Tomang junction tunnel at night and day time and its lighting can be seen on Figure 4. The Tomang junction illuminance at night based on the measurement done is 30 to 120 lux (the distribution is 0.26). Day illuminance is of 65 to 580 lux with the distribution of 0.11. Both day and night illuminances exceed SNI which is between 20 and 25 lux. The illuminance increase at daytime is caused by sunlight coming from the entrance and exit of the tunnel. There is also a light hole with the diameter of 3 meters on the middle of the tunnel (as shown in Figure 4) which causes the lighting not well spread along the tunnel (day distribution is smaller than night distribution). It also causes the tunnel luminance exceed SNI in the proximity of the light hole, with the value of 5.5 cd/m<sup>2</sup> (SNI value is 2

cd/m<sup>2</sup>). The luminance along the tunnel is between 1.2 and 42 cd/m<sup>2</sup>. The luminance of 42 cd/m<sup>2</sup> is the luminance of treshold zone due to sunlight. The much smaller value of luminance on treshold zone compared to luminance on access zone has caused the black hole effect which is very disturbing for the driver visibility and the the driver eyes cannot adapt to the lighting change quickly. Figure 4 also shows Tomang junction tunnel provide no pavement. There is only a narrow side strip with the small width which doesn't comply to the safety aspect width of 0.5 meter in minimum. The tunnel width of 7 meter also doesn't comply with the safety requirement, which is of 8 meter. The height of the tunnel is only 4 meters, although it is supposed to be 5 .1 meters in minimum. The tunnel length of 120 meters causes the tunnel being classified as underpass, and not tunnel. According to Practical Guide of Safety Aspect by Public Works Ministry, 2013, the minimal length of a tunnel is 160 meters. But according to CIE, 2004, the Tomang junction tunnel can be classified as tunnel, so that it has to comply with the tunnel lighting conditions, both at night and daytime.

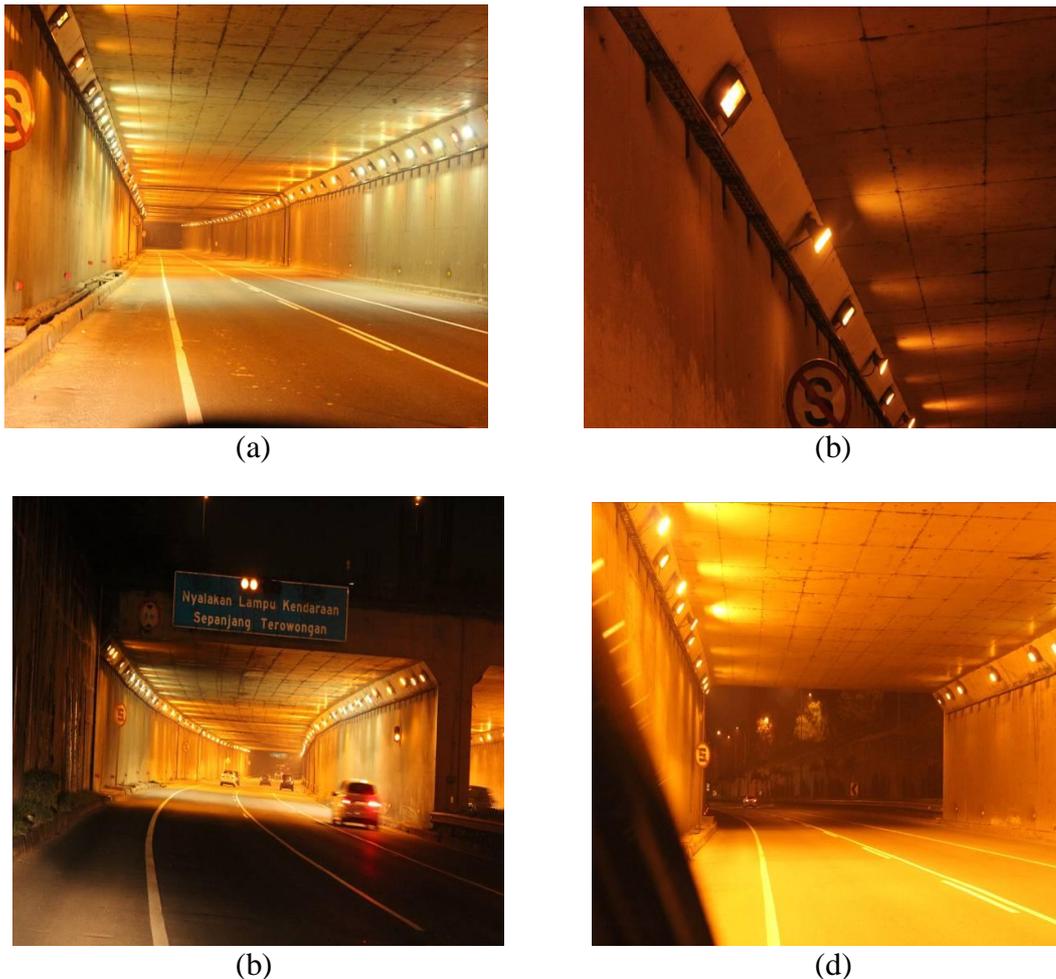


**Figure 4** Tomang Tunnel Lighting

(a) Daytime (b) Nighttime (c) *Black Hole effect* dan (d) Exit Zone.

The next measurement is done on TB Simatupang tunnel which also consists of two tunnels. One tunnel is to Kampung Rambutan direction and the other one is to Cijantung

direction. The illuminance data of these two tunnels vary from 53 lux to 163 lux. The numbers of lamps used on each tunnel are 66. The HPS lamps with yellow color are 61, and its CCT is 2000 degree K. The LED lamps with white color are 5, and its CCT is 5000 degree Kelvin. The tunnel are 250 meters in length, 11 meters in width, and 5 meters in height. Lamps are installed with the same distance at all zones. The distance is 4 meters. The pavement dimension is only 30 cm in width. It even cannot be called a pavement because it is actually a gutter without covering. The tunnel lighting at night time can be seen in Figure 5.



**Figure 5** Tunnel Lighting on Jl. TB Simatupang at Night Time

- (a) All Tunnel Zones (b) Lamp Installation (c) Lack of Illumination before Tunnel Entrance  
(d) Lack of Illumination after Tunnel Exit

Based on measurement data of both tunnels on Tomang junction and TB Simatupang, the illuminance is bigger than SNI value (20 – 25 lux). The distributions are of 0.26 and 0.32, which are bigger than SNI, 0.2. A distribution value bigger than 0.2 shows big difference between minimum and maximum illuminance due to improper lamp installation (see Figure 5b). The alternate lamp installation towards the street body towards tunnel side are meant for better light distribution. Although the lighting is on at daytime, the black hole

effect still appears on both directions of the tunnel. The illuminance of interior, transition and threshold zone are not well designed. Daytime tunnel lighting also doesn't consider different illuminance requirement on each zone of tunnel. Meanwhile the lighting of access zone is around 3000 lux due to sunlight (this value is a lot bigger compared to the value of lighting of other zones in the tunnel). But the big illuminance difference at night time between tunnel entrance – exit lighting (below 8 lux) and lighting inside tunnel (53 to 163 lux) is disturbing visual comfort of the driver (see Figure 5c and 5d). This can also be called as black hole effect.

The mixture alternate installation of HPS lamps and 5 LED lamps on TB Simatupang tunnel are causing mixture color impression of yellow and white (see Figure 5a). This thing shows the lack of planning in choosing type of lamp for the tunnel. It is recommended to use one type of lamp for one tunnel. The age of HPS lamp is around 20,000 hours and its efficacy is high (85-150 lumen/watt). But its color rendering is 23%, which is not good enough to identify the object color inside the tunnel. Higher color rendering will cause the color of the shone object mimic the real color of the object, and it is good for identifying the color of traffic signs and signal. This is in accordance with the safety practical guide of Public Work Ministry, which states that traffic signs and signal have to be fully visible and get the sufficient lighting from car lights and street lighting. Regardless of its low color rendering, the yellow color impression of HPS lamp is good for public street and tunnel lighting when the weather is rainy and foggy. Its light distribution is also good and well spread. Actually the LED lamp is recommended for the public street and tunnel lighting due to its very long age (100,000 hours) and its higher efficacy, compared to the age and efficacy of HPS lamp. The LED lamp is very suitable for energy conservation program. The color choice of white can be replaced by yellow color, for the LED lamps already installed inside the tunnel. The inter lamp distance and the housing of LED lamps should be reconsidered because its light distribution is not good enough.

## **CONCLUSION**

Tunnel illuminance of Tomang junction and Jl. TB Simatupang are a lot bigger than the recommended value by Indonesia National Standard No. 7931 year 2008. It is, of course, a waste of energy. It also causes big illuminance difference among the major street lighting, both before and after the tunnel, and creates visual discomfort to the driver. On the other hand the light distribution is also not good. Lamps used for one tunnel should be of the same type. The CCT, color rendering index and lamp type should be put into consideration too. The existence of light hole in the middle of the Tomang junction tunnel makes the tunnel luminance higher than SNI. It also makes the lighting not distributed well.

Black hole effect appears at daytime both on Tomang junction and TB Simatupang Street tunnels due to big luminance and illuminance difference between access zone and other zones (threshold, transition and interior zones). Tunnel lighting should be different at daytime and night time due to the penetration of sunlight into the tunnel during the day through threshold and exit zones.

Generally the lighting of Tomang junction and Jl. TB Simatupang are not good enough. The lighting on major street, before and after the tunnel, is supposed to follow the SNI. If condition of these two tunnels can represent the tunnels on DKI Jakarta then Department of Industry and Energy as tunnel and public street lighting manager, has to plan, design, install, and maintain tunnel lighting in a better manner so that the drivers can have a guarantee of safety, security and comfort when they pass through tunnel.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

Measurement on tunnel needs high effort, especially when it is done very early in the morning, because the measurement shouldn't disturb the heavy traffic on both tunnels. Gratitude is given to university student, Calvin, and my son, Satyo, whom have helped so much on both tunnel measurement. Gratitude is given too for Prof. Leksmono S. Putranto, PhD, whom has informed me the existence of FSTPT international symposium, and I could have a lot of friends in this environment.

## BEHAVIOR OF NAILED-SLAB SYSTEM ON SOFT CLAY DUE TO REPETITIVE LOADINGS BY CONDUCTING FULL SCALE TEST

**Anas Puri**

Faculty of Engineering,  
Islamic University of Riau  
Jln. Kaharuddin Nasution 113,  
Pekanbaru, 28284.  
Doctoral Candidate of Civil Engineering,  
Gadjah Mada University  
[anaspuri@yahoo.com](mailto:anaspuri@yahoo.com)

**Hary Christady Hardiyatmo**

Professor on Civil  
and Environmental Engineering,  
Gadjah Mada University  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[harychristady@yahoo.com](mailto:harychristady@yahoo.com)

**Bambang Suhendro**

Professor on Civil  
and Environmental Engineering,  
Gadjah Mada University  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[bbsuhendro@yahoo.com](mailto:bbsuhendro@yahoo.com)

**Ahmad Rifa'i**

Associate Professor on Civil  
and Environmental Engineering,  
Gadjah Mada University  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[arfits@yahoo.com](mailto:arfits@yahoo.com)

### Abstract

The Nailed-slab System is not a soil improvement method, but rather as an alternative method to improve the performance of rigid pavement on soft soils. The installed piles under the slab were functioned as slab stiffeners. This research is aimed to learn the behavior of Nailed-slab System under repetitive loadings and its consideration for practical application. The full scale Nailed-slab System was conducted on soft clay which consisted of 6.00 m x 3.54 m slab area with 0.15 m in slab thickness, 15 short micro piles (0.20 m in diameter, 1.50 m in length, and 1.20 m in pile spacing) as slab stiffeners which installed under slab. Piles and slab were connected monolithically, then in due with vertical concrete wall barrier on the two ends of slab. The system was loaded by vertical repetitive loadings. Results show that the installed piles under the slab which embedded into the soils were functioned as slab stiffeners and were able to response similarly in 3D. This system has higher resistance due to vibration. Thereby, the Nailed-slab system is promising for practical application.

**Key Words:** rigid pavement, soft clay, nailed-slab, micro piles, bearing capacity, repetitive loads.

### Abstrak

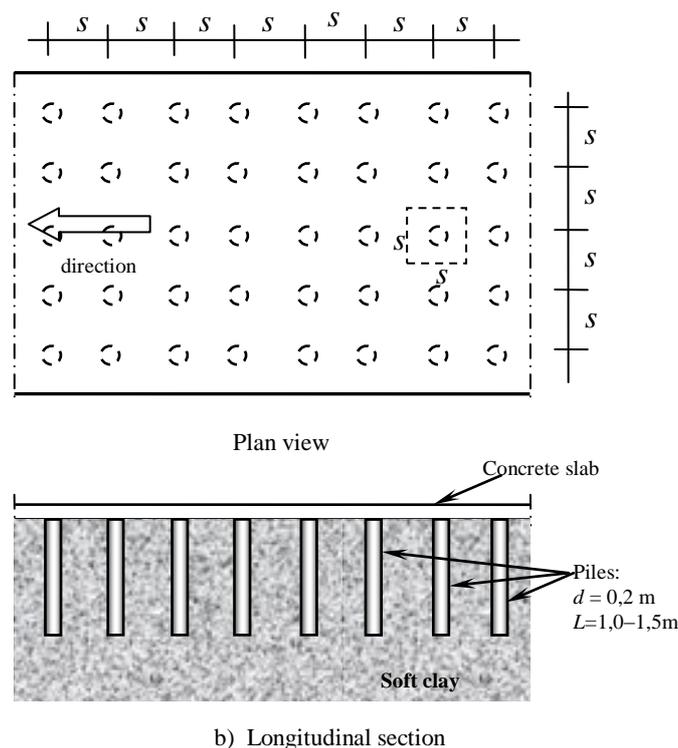
Sistem Pelat Terpaku bukanlah metode perbaikan tanah melainkan salah satu alternatif metode meningkatkan kinerja perkerasan kaku pada tanah lunak. Tiang-tiang yang dipasang di bawah pelat berfungsi sebagai pengaku pelat sehingga beban dapat disebar lebih luas ke tanah lunak. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku Sistem Pelat Terpaku akibat beban repetitif dan kemungkinan aplikasi lapangan. Pelat terpaku skala penuh telah dibangun pada lempung lunak yang terdiri atas; pelat 6,00 m x 3,54 m dengan tebal 0,15 m, 15 buah tiang mikro yang pendek (berdiameter 0,20 m dan panjang 1,50 m) sebagai pengaku pelat dan dipasang di bawah pelat. Tiang-tiang dan pelat dihubungkan secara monolit, serta dilengkapi dengan dinding penahan tepi pada kedua ujung pelat. Sistem ini dibebani dengan beban repetitif. Pelat Terpaku skala penuh pada lempung lunak memperlihatkan perilaku lendutan pelat akibat beban menunjukkan bentuk yang *smooth*. Hal ini mengindikasikan bahwa semua tiang mampu memberikan respon yang sama dalam 3-D. Sistem ini mempunyai ketahanan yang lebih tinggi terhadap vibrasi. Dengan demikian, Sistem Pelat Terpaku menjanjikan untuk aplikasi lapangan.

**Kata kunci:** perkerasan kaku, lempung lunak, Sistem Pelat Terpaku, tiang mikro, kuat dukung, beban repetitif.

## INTRODUCTION

Nailed-slab System was proposed as an alternative solution for solving the problem of rigid pavement on soft soils. This system consists of a thin reinforced concrete slab, and short piles attached underneath. The composite system (consists of piles, slab, and soils surrounding the piles) is expected to be formed to bear the loads. This system is recommended to use the thin pile cap (about 0.12 m to 0.25 m in thickness). Utilization of thin pile cap is beneficial for soft soils (Hardiyatmo and Suhendro, 2003). The piles are short micro piles with 0.12 m to 0.20 m in diameter, 1.0 m to 1.5 m in length, and 1.0 m to 2.0 m in pile spacing (Hardiyatmo, 2008). The slab has double functions, as a pile cap and as a pavement slab. Fig.1 shows the typical of nailed-slab construction. Piles were installed form a line in width and length directions (Fig.1a). Piles under the slab were connected to the slab monolithically (Fig.1b). Each end of slab can be equipped by the vertical concrete wall barrier to reduce deflection of edge slab.

The installed piles under the slab were functioned as slab stiffeners with the result that the load can be spread widely to soft soils (Puri, et.al., 2013c). In the bargaining, piles also function as anchors which can make the slab keeps in contact with the soils (Hardiyatmo, 2008; Puri, et.al., 2011a, 2013c). Hence, the pumping can be avoided and pavement durability can be longer.



**Figure 1** Typical of nailed-slab in rigid pavement construction (Hardiyatmo, 2008)

Several analytical study and model tests had been conducted by Hardiyatmo (2008, 2009, 2011), Taa (2010), Puri, et.al.(2011a, 2011b, 2012a, 2012b, 2013a, 2013b). The full scale individual nailed-slab on stiff clay (Nasibu, 2009; Dewi, 2009), and full scale nailed-slab

with 3 pile-rows (Puri, et.al., 2013c and 2013d) also had been conducted. There is no field application yet.

The result of monotonic loading on full scale nailed-slab system shows that the system has higher bearing capacity (Puri, et.al., 2013d). Piles gave similar responses to all directions. The position of single wheel load has no significant effect to maximum deflection and bearing capacity. Strain on pile and slab rebars were occurred in safety condition due to 40 kN single wheel load. Those are indicating that the Nailed-slab System is promising for practical application.

This research is aimed to learn the behavior of Nailed-slab System under repetitive loadings and its consideration for practical application.

## **TESTING INVESTIGATION**

Detail about testing pond and used materials in this full scale test were published in Puri, et.al., (2013d) and re-explained briefly in this paper. Repetitive loading procedures are presented below. All testing was conducted in Soil Mechanics Laboratory, Gadjah Mada University.

### **Soil Pond and Materials**

Nailed-slab will be conducted on soft clay. A 6 m x 3.7 m soil pond was conducted by digging the existing soil until the depth of 2.5 m. On the 2 longer side was retained by masonry walls and supported by some temporarily girder. The anchorage system was built near the pond. Separator sheets were set on the pond walls and base to avoid the effects of surrounding existing soils. A 2.15 m of pond depth was filled by soft clay which taken from District Ngawi, East Java, Indonesia. The soft clay properties are presented in Table 1. The slab and piles were reinforced concrete. The concrete strength characteristic of slab and piles were 29.2 MPa and 17.4 MPa respectively.

### **Dimension of Full Scale Nailed-slab**

The dimension of Nailed-slab System was 6.00 m × 3.54 m, 0.15 m in slab thickness, and the slab was stiffened by installing micro piles underneath. Micro piles dimension was 0.20 m in diameter and 1.50 m in length. The spacing between piles was 1.20 m. All piles were installed under the slab and connected monolithically by using thickening slab connectors (0.40 m × 0.40 m and 0.20 m in thickness). Each end of slab is equipped by the vertical concrete wall barrier. There was a 5 cm lean concrete thickness under the slab. The piles configuration and other nailed-slab detail are shown in Fig. 2. Fullscale model represents a three pile rows of rigid pavement section.

### **Testing Procedures**

The steps in construction of fullscale Nailed-slab can be briefly described as follows: the pond was filled by soft clay until the soil thickness reach 2.15 m. Soft clay was spread about 15 cm in thickness per layer with controlled water content, and then it was

compacted by 3 passing of manual compaction. Each soil layer thickness was decreased to about 10 cm per layer. Soft clay was cured by covering its surface with plastic sheet and wet carpet. Some soil investigations were conducted, i.e. soil boring, vane shear test, CBR test, and plate load test. After that, 15 concrete piles were driven by pre-drilled method and then continued by hydraulic jacking until the pile top reach the design level. Two piles were instrumented for measuring surface concrete strain and rebar strain. Some piles were tested for compression bearing capacity, tension capacity, and lateral bearing capacity.

**Table 1** Soft Clay Properties (Puri, et.al., 2013d)

No.	Parameter	Unit	Average
1	Specific gravity, $G_s$	-	2,55
2	Consistency limits:		
	- Liquid limit, $LL$	%	88,46
	- Plastic limit, $PL$	%	28,48
	- Shrinkage limit, $SL$	%	9,34
	- Plasticity index, $PI$	%	59,98
3	Natural water content, $w_n$	%	50,49
4	Water content, $w$	%	54,87
5	Clay content	%	92,93
6	Sand content	%	6,89
7	Bulk density, $\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	16,32
8	Dry density, $\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	10,90
9	Undrained shear strength, $S_u$		
	- Undisturbed	kN/m <sup>2</sup>	20,14
	- Remolded	kN/m <sup>2</sup>	11,74
10	CBR	%	0,83
11	Soil classification:		
	- AASHTO	-	A-7-6
	- USCS	-	CH

Soil was excavated for thickening slab and also assembled 4 pressure meters on soil surface in deferent location. The 5 cm lean concrete then poured on the soil surface, and continued by conducting CBR test and plate load test after 3 days. The slab and vertical wall barrier reinforcement rebar were assembled and included with setting up strain-gauges. And then concrete was poured for slab and taken slump test, cylindrical concrete specimens, and also concrete pouring on slab specimen mold for flexural tests. Slab was cured by wet carpet and after 28 days of concrete age the loading set up was assembled. Loading test was conducted on the slab for different load positions. Loads were transfer to the slab surface by using circular plate with 30 cm in diameter (the plate represents the single wheel load contact area). Generally, the system were not loaded until failure condition, except reached the early plastic zone. Repetitive loadings were conducted after monotonic loadings had done. Loads were given stage by stage by load increase twice the previous load and unloading to zero loads. Each load repetition was given in 5 repetitions. For all loading points, the load intensity was increased gradually from  $P = 0$ , then became  $P = 5$  kN, and continued unloading to zero. Repeat this procedure until 5 repetitions.

Similar procedure was also done for  $P = 10$  kN, 20 kN, 40 kN, 80 kN, and 160 kN respectively. Then all instrumentations were recorded. A photograph in testing is presented in Fig. 3.

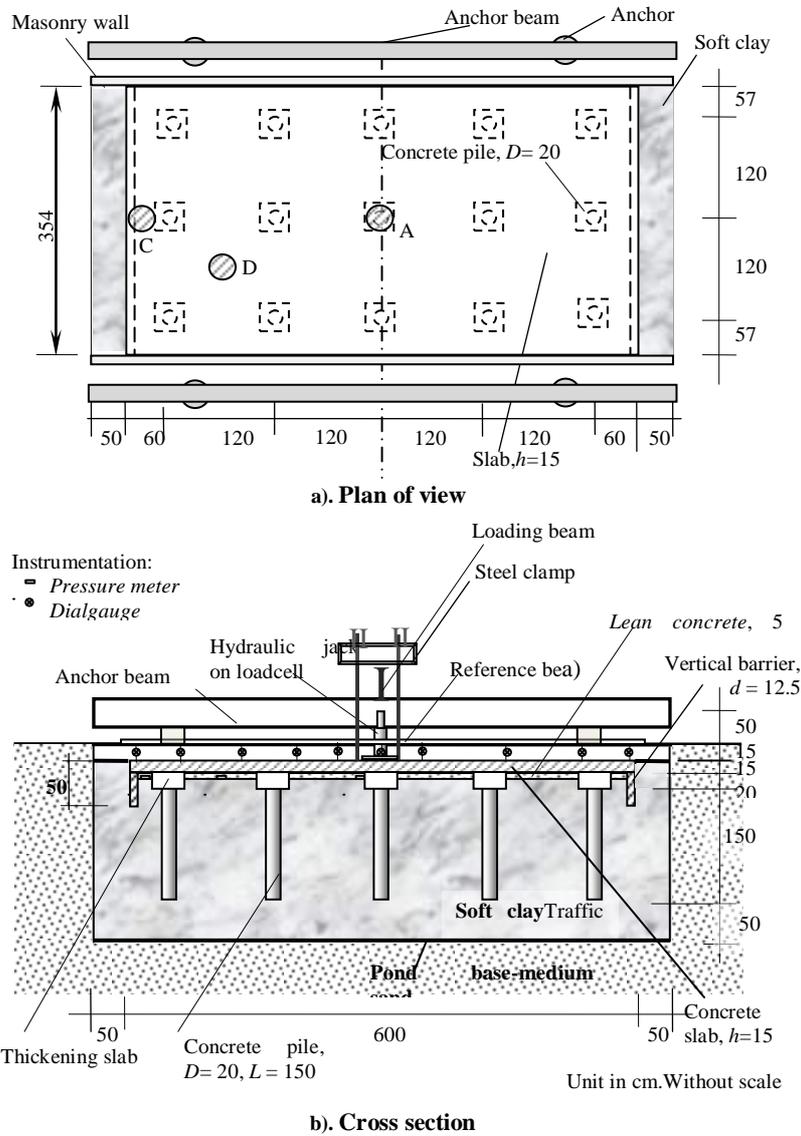


Figure 2 Schematic Diagram of Full Scale Nailed-slab (Puri, et.al., 2013d)



Figure 3 Loading test on the edge of slab

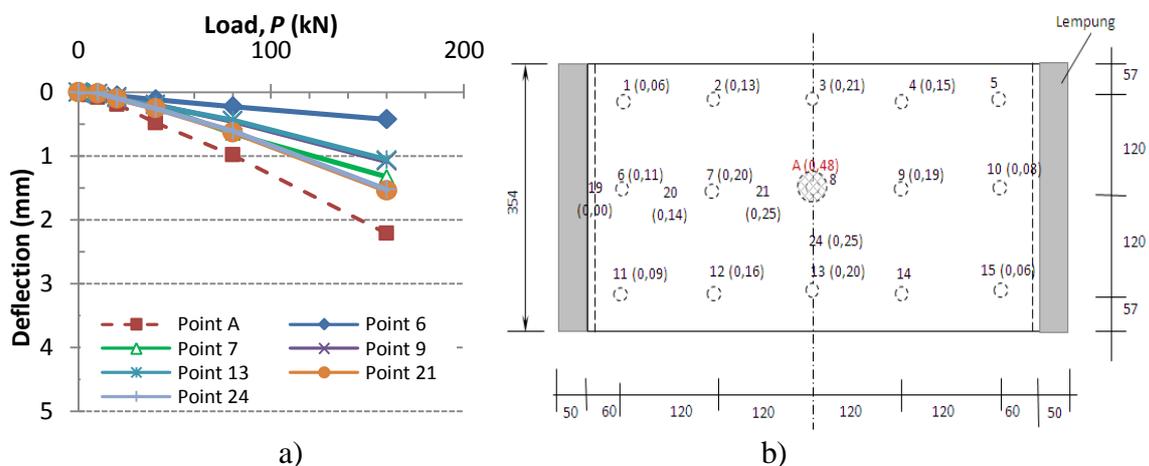
## RESULTS AND DISCUSSIONS

### Loading Test Results

In this paper, loading test results will be presented for 3 loading positions, i.e. centric load (point A), edge load (point C), and interior load (point D).

### Centric loads (point A)

The  $P$ - $\delta$  relationship for centric load is presented in Fig. 4 (especially for nearest points to the loading point). It can be seen although the load reached 160 kN ( $\pm 4 \times 40$  kN design single wheel load), the maximum deflection occurred on the load point was still very small (about 2.21 mm). The linear response is clearly seen at the curve for load smaller than 160 kN, which the load 160 kN is quite enough (reached  $\pm 4 \times 40$  kN design single wheel load). So, deflection due to load  $P = 40$  kN is in linear-elastic zone. Deflection responses for others points are not discussed since they have smaller deflection values. For load 40 kN, deflection on load position was occurred 0.48 mm, then continued with 0.25 mm, 0.25 mm, 0.20 mm, 0.19 mm and 0.20 mm for points 21, 24, 7, 9, and 13 respectively (Fig. 5b). The responses of slab deflections were good agreement with expectation that the deflections decrease by far away from loading position. Deflected bowl approaches symmetrical shape that shown in Fig.5. It indicates that all piles able to response similarly in 3D, and also proved that slab connector can connect piles and slab monolithically.



**Figure 4** Results for centric load, a)  $P$ - $\delta$  relationship for 5<sup>th</sup> repetition, b) Observed deflections at  $P = 40$  kN. Note: distance in cm, deflection in mm (indicated by parenthesis)

Every repetition when the unloading condition ( $P = 0$ ) was given, the deflection of all points tends to zero again (Fig.6). This indicates that the piles gave good response and all components of structures (including slab, piles, connector slab, and vertical concrete wall barrier) perfectly worked that closed to linear elastic until load 160 kN. Slab deflection for 5<sup>th</sup> repetition is closely to deflection due to monotonic loading. The deflections for all repetition on all loading intensities were shown insignificant disparity.

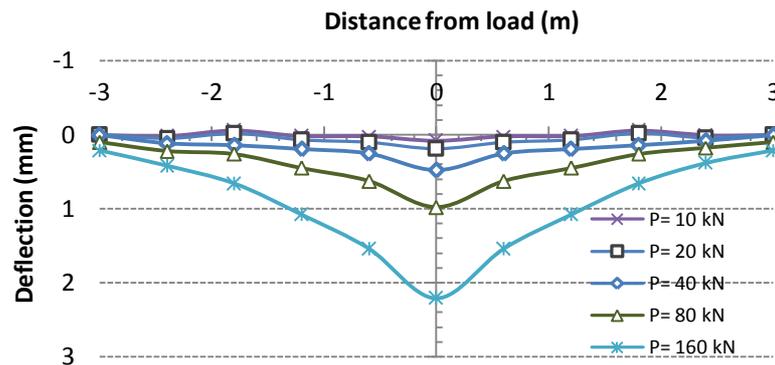


Figure 5 Deflection shape along the slab due to centric load (for 5<sup>th</sup> repetition)

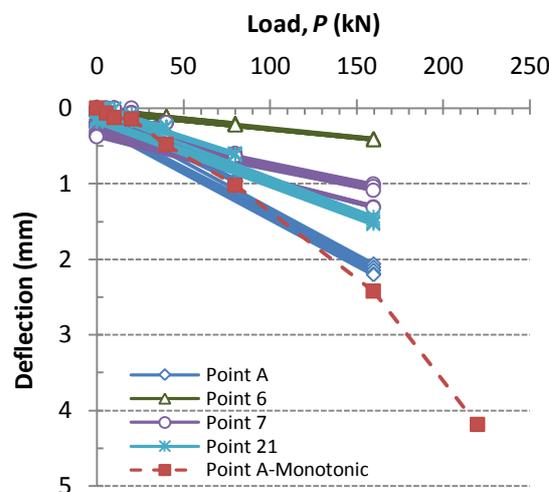


Figure 6  $P$ - $\delta$  relationships for several points due to centric load. Point A-monotonic is from Puri, et.al. (2013d)

### Edge loads (Point C)

$P$ - $\delta$  relationship for edge loads is shown in Fig.7a. It can be seen that although the load reached 120 kN ( $\pm 3 \times$  single wheel load), maximum deflection under the load point was still very small (about 3.57 mm). For load 40 kN, deflection on load position was occurred 0.92 mm, then continued with 0.50 mm, 0.36 mm, 0.29 mm, 0.15 mm and 0.11 mm for points 6, 11, 20, 7, and 21 respectively (Fig. 7b). The responses of slab deflections were good agreement with expectation that the deflections decrease by far away from loading position. Deflected bowl approaches a half bowl shape that shown in Fig.8. It indicates that all piles were response in good enough.

Every repetition when the unloading condition ( $P = 0$ ) was given, the deflection of all points tends to zero again (Fig.9). This indicates that the piles gave good response and all components of structures (including slab, piles, connector slab, and vertical concrete wall barrier) goody worked that closed to linear elastic until load 80 kN. Slab deflection for 5<sup>th</sup> repetition tends higher than deflection due to monotonic loading. The deflections for all repetition on all loading intensities were shown insignificant disparity.

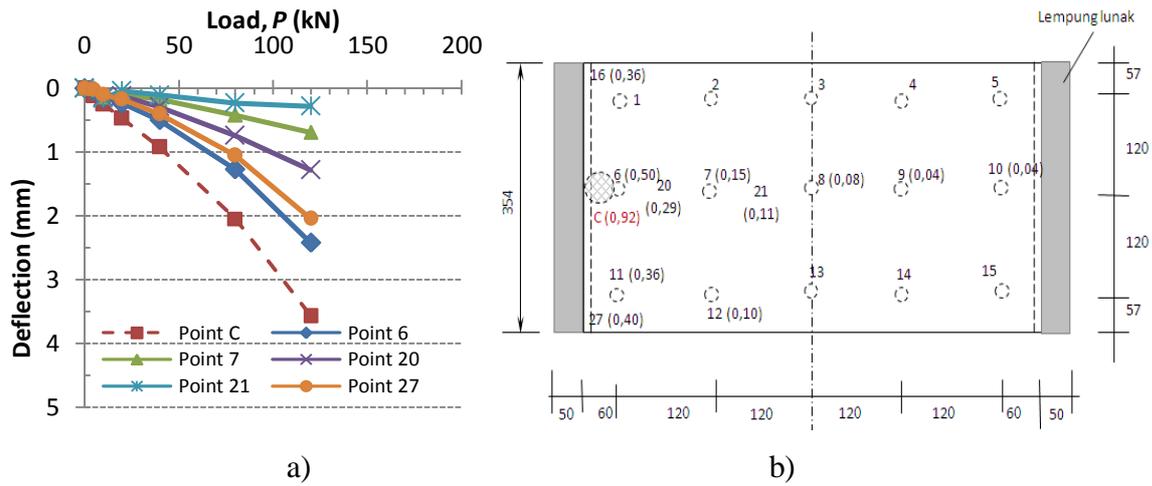


Figure 7 Results for edge load, a)  $P$ - $\delta$  relationship for 5<sup>th</sup> repetition, b) Observed deflections at  $P = 40$  kN. Note: distance in cm, deflection in mm (indicated by parenthesis)

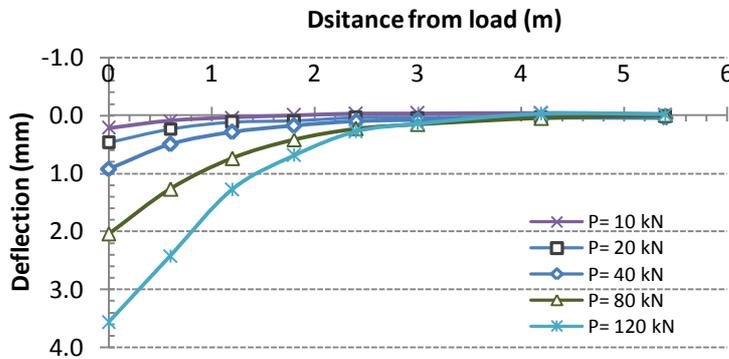


Figure 8 Deflection shape along the slab due to edge load (for 5<sup>th</sup> repetition)

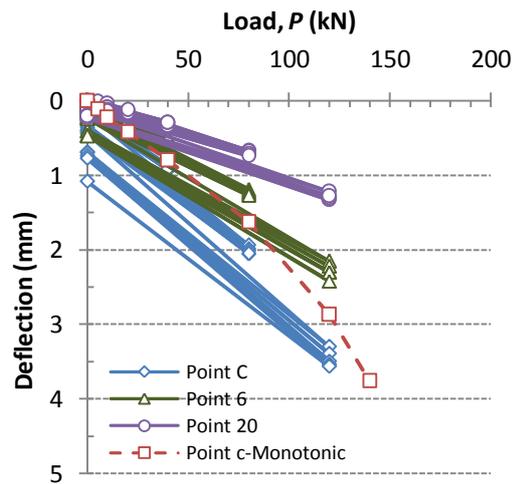
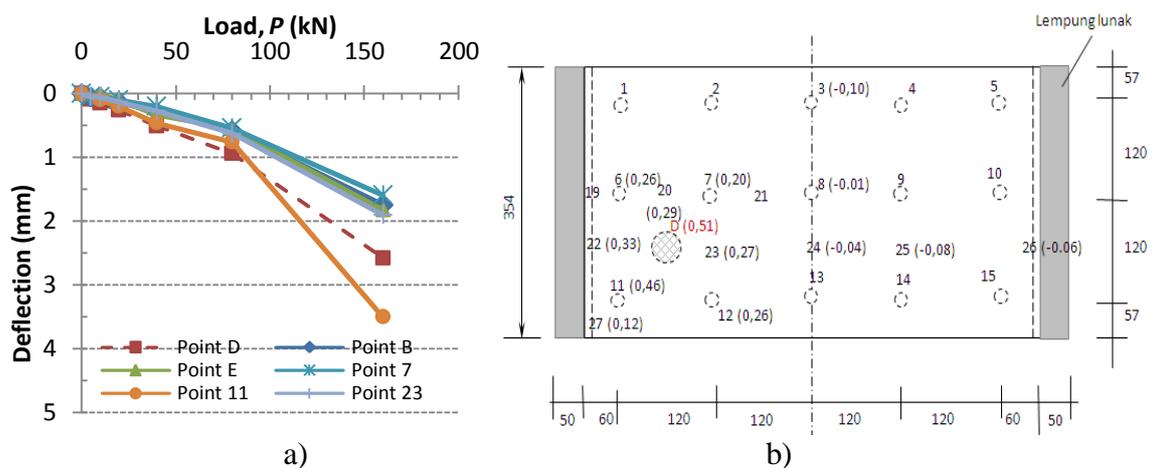


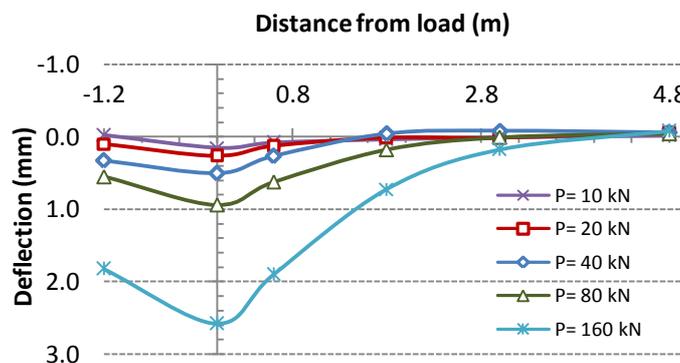
Figure 9  $P$ - $\delta$  relationships for several points due to edge load. Point C-monotonic is from Puri, et.al. (2013d)

### Interior loads

Fig.10 shows  $P-\delta$  relationship for interior loads (point D). Unfortunately, deflection of point 6 was not measured correctly. It can be seen although the load reached 160 kN ( $\pm 4 \times 40$  kN design single wheel load), the maximum deflection occurred on the load point is still small (about 2.58 mm). For load 40 kN, deflection on load position was occurred 0.51 mm, then continued with 0.29 mm, 0.33 mm, 0.27 mm, 0.26 mm and 0.20 mm for points 20, 22, 23, 6, and 7 respectively (Fig. 10b). The responses of slab deflections were good agreement with expectation that the deflections decrease by far away from loading position. Deflected bowl approaches a symmetrical shapes that shown in Fig.11. It indicates that all piles were response in good enough.

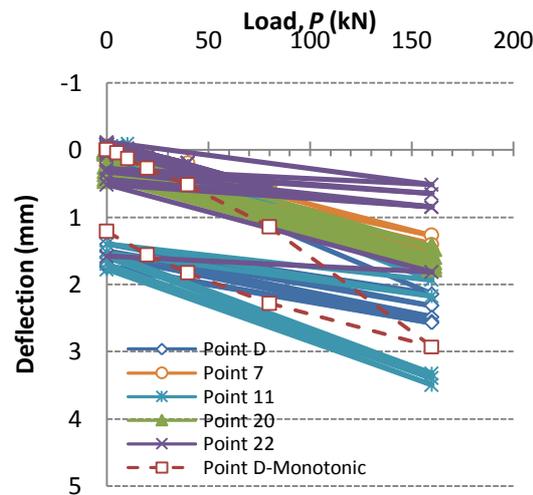


**Figure 10** Results for interior load, a)  $P-\delta$  relationship for 5<sup>th</sup> repetition, b) Observed deflections at  $P = 40$  kN. Note: distance in cm, deflection in mm (indicated by parenthesis)



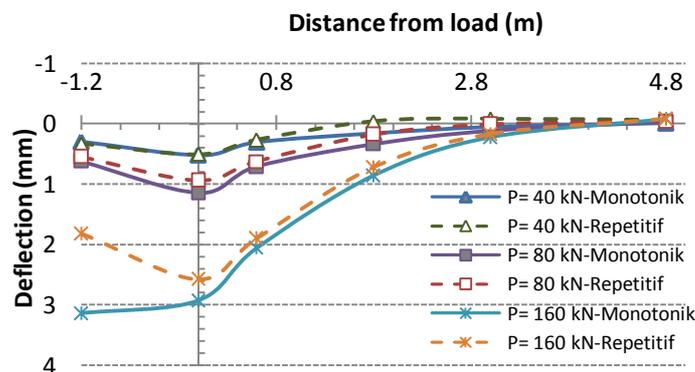
**Figure 11** Deflection shape along the slab due to interior load (for 5<sup>th</sup> repetition)

Every repetition when the unloading condition ( $P = 0$ ) was given, the deflection of all points tends to zero again (Fig.12), except for the points on slab edge (point 11, 22, and 23). But, this phenomenon occurred only for load 160 kN. Similar phenomenon is also detected on monotonic loading where the deflection under unloading after load 160 kN was relatively equal. However, this still indicates that the piles gave good response and all components of structures (including slab, piles, connector slab, and vertical concrete wall barrier) perfectly worked that closed to linear elastic until load 80 kN. Slab deflection for 5<sup>th</sup> repetition is closely to deflection due to monotonic loading. Generally, deflection on load point tends to smaller than the deflection due to monotonic loadings.



**Figure 12**  $P$ - $\delta$  relationships for several points due to interior load. Point D-monotonic is from Puri, et.al. (2013d)

Fig.13 shows the comparison of deflections along the slab between repetitive and monotonic loadings. Different type of loading tends to be insignificant effect to deflection until load 80 kN. Significant effect occurred at load 160 kN for deflection on the slab edge (left edge of slab), where the occurred deflection was higher for monotonic loading. It means the monotonic loading tends to be more dangerous for this case.



**Figure 13** Comparison of deflection due to repetitive and monotonic loadings for interior load

### Consideration for Practical Application

Based on results and discussions in the previous sections, there are some important things related to performance of nailed-slab system as follows

1. The short micro piles were well functioned as slab stiffeners. Hence, the thin slab (15 cm thickness) can be performed as thick slab while its self-weight was lower.
2. The higher slab stiffness was caused by installed piles under the slab and able to distribute loads widely. It indicates by there was no negative deflection (uplift). Piles kept the slab keep contact with the soils.

In this study, the tested nailed-slab was 6.00 m  $\times$  3.54 m, 0.15 m in slab thickness, and the slab was stiffened by installing 15 micro piles underneath. Micro piles dimension was 0.20 m in diameter and 1.50 m in length. The spacing between piles was 1.20 m. All piles were

installed under the slab and connected monolithically by using thickening slab connectors (0.40 m × 0.40 m and 0.20 m in thickness). Each end of slab was equipped by the vertical concrete wall barrier. But, the results show the performance of this system is promising for application. Since this system will be functioned as pavement in the field, the Nailed-slab will have extensive area and installed pile under the slab will also more and more to all directions. So the performance of this system would be better due to bearing capacity and reduction on the slab deflection. This system can also be applied for runway, apron, and parking lot.

Nailed-slab can be constructed directly on soft soils. It is necessary to strip the soil surface to avoid organic materials. This system will have higher bearing capacity and stiffness, and also has no problem in consolidation settlement (because there is no embankment on soft soils, smaller slab thickness that reduce self-weight, and generally the loads will be temporary loadings). In case the pavement surface level is customarily constructed higher than soil level to avoid floods, and then the Nailed-slab System can be combined with light in weight embankment materials. The Nailed-slab System can also be combined with necessary soil improvement, because this system is not about soil improvement but rather about the method to gain performance of rigid pavement on soft soils.

Using of short micro piles in the Nailed-slab System will be easier in construction and no need heavy equipment and working platform for heavy equipment passing (consists of 0.35 m thickness of sub base layer and 0.15 m lean concrete). With the result that it will be less in time consuming and relatively inexpensive construction cost.

## CONCLUSIONS

Repetitive loading test by variation in loading position on the full scale model of Nailed-slab System was conducted. It can be concluded as follows

1. The tested Nailed-slab system on soft clay showed the smooth deflected bowl. It indicates that the all piles able to give similar responses in 3D. Compression and pull out capacity of piles were mobilized that made the slab keep contact with soil.
1. The short micro piles increased slab stiffness. Piles were well functioned as slab stiffeners.
2. This system had higher bearing capacity (at least 160 kN) and higher vibration resistance where every repetition when the unloading condition ( $P = 0$ ) was given, the deflection of all points tends to zero again
3. It is concluded that the Nailed-slab system is promising for practical application.

## REFERENCES

- Dewi, D.A., 2009, Study on Effect of Single Pile Due to the Value of Equivalent Modulus of Subgrade Reaction from Full-scale Loading Tests, *Master Theses*, Graduate Program Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C., 2008, Nailed-slab System for Reinforced Concrete Slab on Rigid Pavement, *Proc. of National Seminar on Appropriate Technology for Handling Infrastructures*, MPSP JTSL FT UGM., Yogyakarta, Indonesia, pp. M-1—M-7.

- Hardiyatmo, H.C., 2009, Method to Analyze the Slab Deflection by Using Equivalent Modulus of Subgrade Reaction for Flexible Slab Structure, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol.9 No.2, pp. 149-154.
- Hardiyatmo, H.C., 2011, Method to Analyze the Deflection of the Nailed Slab System, *IJCEE-IJENS*, Vol 11. No. 4, pp. 22-28.
- Hardiyatmo, H.C., and Suhendro, B., 2003, Pile Foundation with Thin Pile Cap as an Alternative to Solve Problems of Building on Soft Soils, *Report of Competitive Grant Research of Higher Education*, Institute for Research and Community Service, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Nasibu, R., 2009, Study on Modulus of Subgrade Reaction Due to Effect of Pile Attached Under Plate (Loading Test on Fullscale), *Master Theses*, Graduate Program Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Puri, A., Hardiyatmo, C. H., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2011a. Experimental Study on Deflection of Slab which Reinforced by Short Friction Piles in Soft Clay, *Proc. of 14<sup>th</sup> Annual Scientific Meeting (PIT) HATTI*, HATTI, Yogyakarta, 10-11 Februari, pp. 317-321.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2011b, Contribution of Wall Barrier to Reduce the Deflection of Nailed-Slab System in Soft Clay, *Proc. of 9<sup>th</sup> Indonesian Geotech. Conf. and 15<sup>th</sup> Annual Scientific Meeting (KOGEI IX & PIT XV) HATTI*, HATTI, Jakarta, 7-8 Desember 2011, pp. 299-306.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2012a, Determining Additional Modulus of Subgrade Reaction Based on Tolerable Settlement for the Nailed-slab System Resting on Soft Clay, *IJCEE-IJENS*, Vol. 12 No. 3, pp. 32-40.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2012b, Application of The Additional Modulus of Subgrade Reaction to Predict The Deflection of Nailed-slab System Resting on Soft Clay Due to Repetitive Loadings, *Proc. of 16<sup>th</sup> Annual Scientific Meeting (PIT) HATTI*, Jakarta, 4 December, pp. 217-222.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2013a, Pile Spacing and Length Effects Due To the Additional Modulus of Subgrade Reaction of the Nailed-Slab System on the Soft Clay, *Proc. of 13<sup>th</sup> International Symposium on Quality in Research (QiR)*, Yogyakarta, 25-28 June 2013, pp. 1032-1310.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2013b, Deflection Analysis of Nailed-slab System which Reinforced by Vertical Wall Barrier under Repetitive Loading, *Proc. the 6<sup>th</sup> Civil Engineering Conference in Asian Region (CECAR6)*, Jakarta, 20-22 August 2013, pp. TS6-10—TS6-11.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2013c, Application of Method of Nailed-slab Deflection Analysis on Full Scale Model and Comparison to Loading Test, *Proc. the 7<sup>th</sup> National Conference of Civil Engineering (KoNTekS7)*, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta, 24-26 October 2013, pp. G201-G211,
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2013d, Behavior of Fullscale nailed-slab System with Variation on Load Positions, *1<sup>st</sup> International Conference on Development Infrastructure (ICID)*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Solo, 1-3 November 2013, pp. 26-36.
- Taa, P.D.S., 2010, Effects of Installation of Group Pile Due to Slab Uplift of Nailed-slab Resting on Expansive Subgrade, *Master Theses*, Graduate Program Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.

## PREDIKSI KINERJA JALAN TERKAIT ESTIMASI KERUGIAN PENGGUNA JALAN SELAMA MASA REKONSTRUKSI JALAN

**Dewa Ketut Sudarsana**

Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas  
Teknik Universitas Brawijaya-Malang,  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana-Bali  
[dksudarsana@gmail.com](mailto:dksudarsana@gmail.com)

**Harnen Sulistio**

Guru Besar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya-Malang,  
[harnen@ub.ac.id](mailto:harnen@ub.ac.id)

**Achmad Wicaksono**

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya-Malang,  
[wicaksono1968@yahoo.com](mailto:wicaksono1968@yahoo.com)

**Ludfi Djakfar**

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya-Malang,  
[ldjakfar@ub.ac.id](mailto:ldjakfar@ub.ac.id)

### Abstract

The low standard of National road is continuously reconstructed to establish Trans National connectivities. During the reconstruction period, the loss of road user costs and the negative impacts for surrounding environment were incurred. Predicted losses of road users have not been conducted, so that it is important to be investigated. Initially, road performances were analyzed during road reconstruction. The road performances were analyzed using a descriptive method. Road performance variable includes running costs referred to the Bina Marga guidelines of Pd - T-15 -2005- B. National road reconstruction project in fiscal year 2013 is used as a case study. The results of the analysis are obtained as follows: 1) speed ( $V_m$ ) can be predicted from the exponential relationship model in which degree of saturation in pre-reconstruction ( $DS_p$ ) is used as a generator variable. This generator variable is predicted declining at 6 km/h ( $DS_p = 0.1$ ); 2) The traffic flow ( $Q_m$ ) is predicted by multiplying the current pre-reconstruction flows with a factor of  $F_q$ . Traffic flows is predicted declining by 28% ( $F_q = 0.72$ ); and 3) The degree of saturation ( $DS_m$ ) is predicted by a factor of  $F_{ds}$  and estimated to increase by 30% ( $F_{ds} = 1.3$ ).

**Keywords:** *loss of road user cost, road reconstruction, predict, speed, flow, degree of saturation*

### Abstrak

Jalan Nasional yang kondisinya masih sub standar terus direkonstruksi dalam rangka membangun konektivitas Trans Nasional. Selama masa rekonstruksi timbul dampak negatif berupa kerugian biaya pengguna jalan dan lingkungan sekitar. Prediksi kerugian pengguna jalan ini belum dilakukan, sehingga perlu dikaji. Pada tahap pertama, dianalisis prediksi kinerja jalan selama masa rekonstruksi. Kinerja ini dianalisis dengan metode deskriptif. Variabel kinerja jalan yang diprediksi adalah variabel yang terkait perhitungan biaya tidak tetap mengacu pada pedoman Bina Marga Pd-T-15-2005-B. Proyek rekonstruksi jalan Nasional tahun anggaran 2013 dipergunakan sebagai kasus studi. Hasil analisis yang didapat: 1) Kecepatan ( $V_m$ ) dapat diprediksi dari model hubungan eksponensial dengan variabel generatornya adalah derajat kejenuhan pra rekonstruksi ( $DS_p$ ), terprediksi penurunan mencapai 6 km/jam ( $DS_p=0.1$ ); 2) Arus lalu lintas ( $Q_m$ ), dapat diprediksi dari arus pra rekonstruksi dengan mengalikan faktor  $F_q$ , terprediksi penurunan arus lalu lintas mencapai 28% ( $F_q=0.72$ ); dan 3) Derajat kejenuhan ( $DS_m$ ) dapat diprediksi dengan faktor pengali  $F_{ds}$ , terprediksi peningkatan mencapai 30% ( $F_{ds}=1.3$ ).

**Kata kunci:** *kerugian biaya pengguna jalan, rekonstruksi jalan, prediksi, kecepatan, arus, derajat kejenuhan*

## PENDAHULUAN

Dalam rangka membangun konektivitas Trans Nasional, ruas jalan Nasional yang kondisinya masih sub standar terus dilakukan rekonstruksi. Selama masa pelaksanaan rekonstruksi timbul dampak negatif bagi masyarakat pengguna jalan dan lingkungan. Pada peningkatan/rekonstruksi jalan Batas Kota Negara-Pekutatan, Provinsi Bali tahun 2013

terjadi penurunan kapasitas jalan sebesar 32%, kecepatan kendaraan pada jam puncak turun dari 40 km/jam menjadi 35 km/jam, arus lalu lintas turun sebesar 18% (Sudarsana D.K. *et al*, 2013).

Penurunan kinerja jalan ini berdampak pada kerugian biaya pengguna jalan. Penelitian kerugian penggunaan jalan yang dihitung menggunakan metode PCI pada proyek Peningkatan Jalan, di Provinsi Bali tahun anggaran 2012 mencapai 1.37% dari nilai kontrak fisik proyek perhari (Sudarsana D.K. *et al*, 2014).

Penelitian formulasi prediksi kerugian biaya pengguna jalan pada masa pelaksanaan rekonstruksi jalan di Indonesia belum dilakukan secara mendalam. Prediksi kecepatan kendaraan dan volume arus lalu lintas pada masa rekonstruksi juga belum diteliti, perlu dikaji.

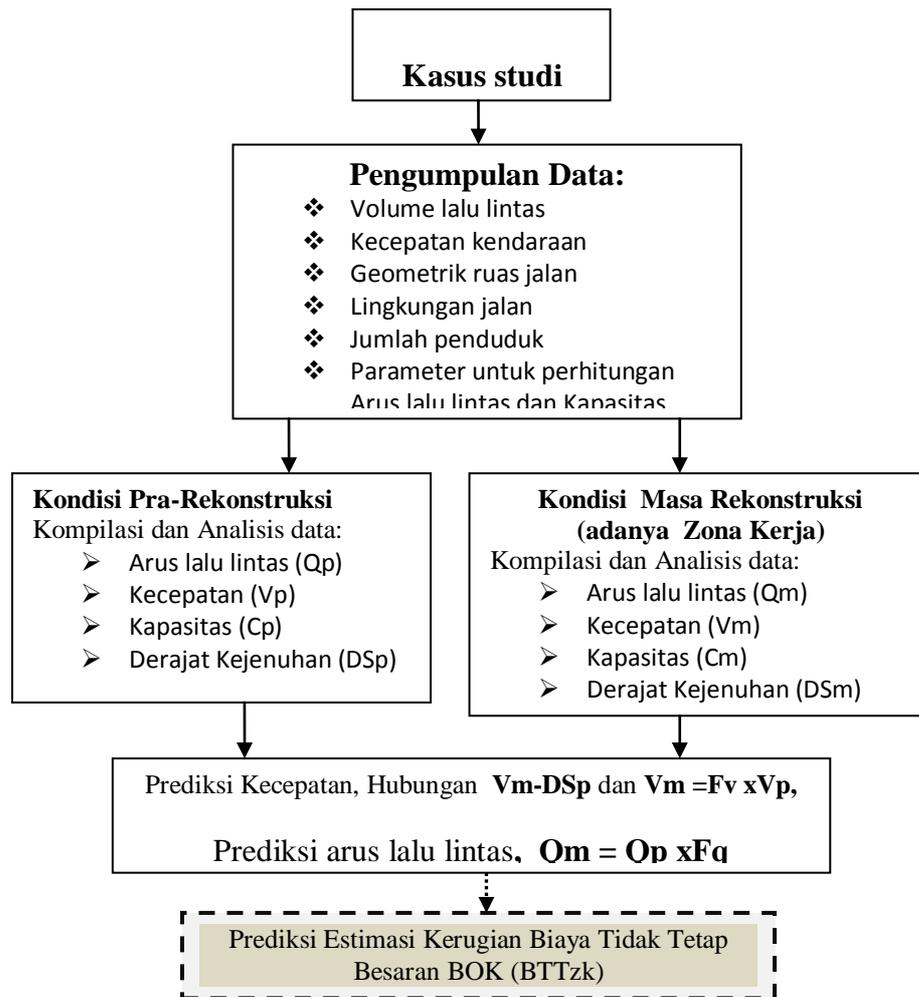
## MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian dilakukan di Balai Pelaksana Jalan Nasional (BPJN)–VIII, Provinsi Bali. Kasus studi adalah proyek rekonstruksi jalan arteri/Nasional, 2 lajur 2 arah, perkotaan (dan semi perkotaan), tahun anggaran 2013. Ruas jalan yang distudi disajikan pada Tabel-1. Analisis deskriptif dan statistik dipergunakan untuk memformulasi prediksi kecepatan kendaraan dan arus lalu lintas terkait variabel lalu lintas pembentuk estimasi biaya operasi kendaraan (BOK). Lingkup pembahasan pada paper ini hanya terkait biaya tidak tetap besaran BOK. Acuan perumusan BOK menggunakan pedoman perhitungan BOK Departmen Pekerjaan Umum yaitu Pd-T-15-2005-B (DPU, 2005). Pedoman ini mengadaptasi beberapa persamaan dan parameter dari HDM IV tahun 2000. Analisis kinerja lalu lintas menggunakan pedoman MKJI tahun 1997 (DPU,1997). Secara digramatis tahapan analisis disajikan pada Gambar-1.

**Tabel-1** Nama Ruas Jalan dan Panjang Penanganan Rekonstruksi

No kasus	Nama Ruas	Panjang (km)
7	Cekik-Bts. Kota Negara	12.53
8	Antosari-Bts. Kota Tabanan	7.06
9	Kota Singaraja dan Kubutambahan Cs	10.05
10	Batas Kota SIngaraja-Kubutambahan	7.37
11	<i>Western Ring Road (WRR)</i> Jimbaran-Uluwatu	8.30
12	Denpasar-Tuban	3.70

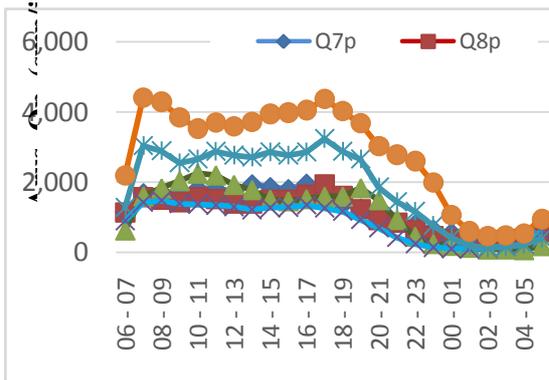
Sumber : BPJN-VIII Bali,2013 (dikompilasi)



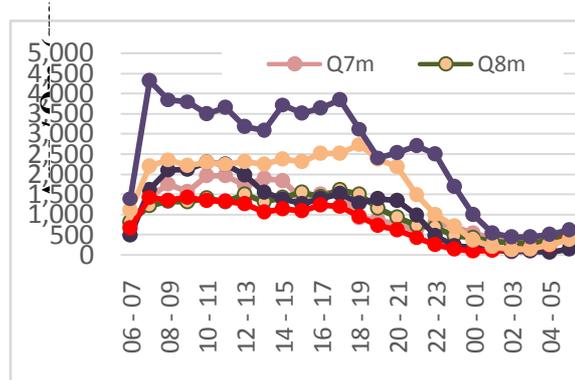
Gambar-1. Kerangka Analisis

## DATA DAN ANALISIS

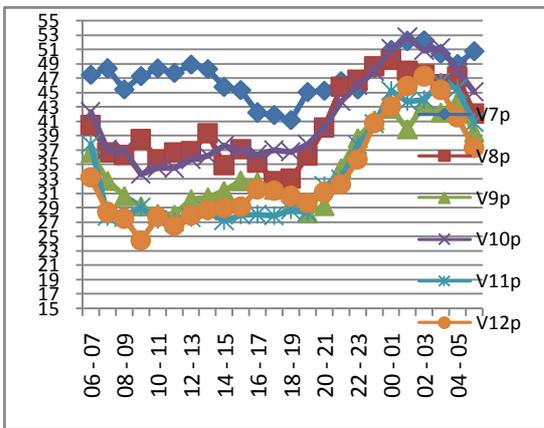
Hasil observasi dan kompilasi data untuk kondisi pra rekonstruksi (notasi-p) dan masa rekonstruksi (notasi –m), untuk ruas jalan pada Tabel-1, disajikan pada Gambar-2a dan 2b untuk fluktuasi arus lalu lintas ( $Q_p$  dan  $Q_m$ ), kecepatan kendaraan rata-rata ( $V_p$  dan  $V_m$ ) disajikan pada Gambar-3a dan 3b, Derajat Kejenuhan ( $DS_p$  dan  $DS_m$ ) disajikan pada Gambar-4a dan 4b (Sudarsana D.K, 2014).



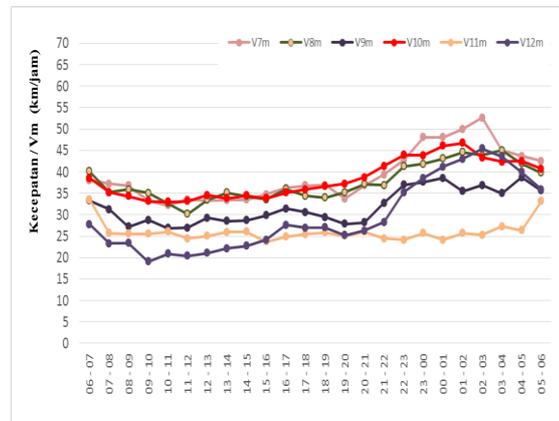
Gambar-2a. Fluktuasi Arus, Qp (smp/jam)



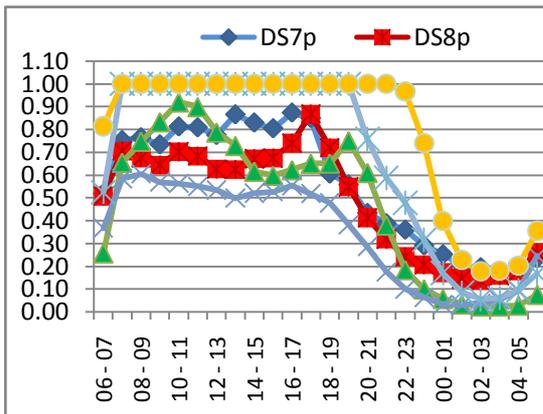
Gambar-2b. Fluktuasi Arus, Qm (smp/jam)



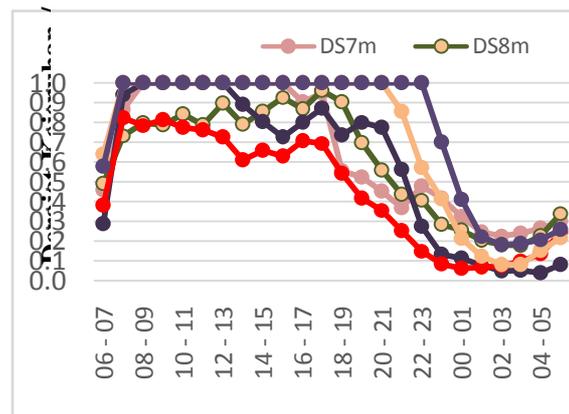
Gambar-3a. Fluktuasi Kecepatan,  
Vp (km/jam)



Gambar-3b. Fluktuasi Kecepatan,  
Vm (km/jam)



Gambar-4a. Fluktuasi Derajat Kejenuhan,  
DSp



Gambar-4b. Fluktuasi Derajat Kejenuhan,  
DSm

Variabel kinerja lalu lintas yang terkait prediksi BTT besaran BOK dari pedoman Pd-T-15-2005-B (DPU, 2005) dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- $V_R$  = Kecepatan rata-rata
- $A_R$  = Percepatan rata-rata
- SA = Simpangan baku percepatan
- DS = Derajat kejenuhan jalan (ratio volume arus (V) dengan kapasitas (C) =V/C)

Percepatan rata-rata  $A_R$  dapat dihitung dengan persamaan (1), yaitu:

$$A_R = 0.0128 (V/C) = 0.012 \quad (1)$$

Simpangan baku percepatan (SA) ditentukan dari persamaan (2), yaitu:

$$SA = SA \max (1,04/(1+e^{(a_0 + a_1) \cdot DS}) \quad (2)$$

Dengan penjelasan:

SA max = Simpangan baku percepatan maksimum (m/s<sup>2</sup>) (default = 0,75)

$a_0, a_1$  = koefisien parameter (tipikal/default  $a_0 = 5,140$  ;  $a_1 = - 8,264$ ).

Berdasarkan uraian diatas, variabel kinerja lalu lintas jalan yang berpengaruh terkait BTT besaran BOK adalah  $V_R$  (kecepatan rata-rata), Volume arus lalu lintas Q atau (V), dan DS (derajat kejenuhan). Variabel pembentuk terkait estimasi kerugian biaya tidak tetap besaran BOK akibat zona kerja pada masa pelaksanaan rekonstruksi jalan (BTTzk), adalah variabel kinerja jalan (V,Q,DS) pada kondisi pra rekonstruksi (notasi-p) yaitu  $V_p$ ,  $Q_p$  dan  $DS_p$  pada masa rekonstruksi (notasi-m) yaitu  $V_m$ ,  $Q_m$  dan  $DS_m$ .

Untuk mendapatkan prediksi variabel kinerja jalan pada masa rekonstruksi  $V_m$ ,  $Q_m$  dan  $DS_m$  dapat dianalisis dari hubungan antar variabel-variabel pada pra konstruksi dan masa rekonstruksi.

### Hubungan $V_p$ - $DS_p$

Pada pra rekonstruksi jalan hubungan antara kecepatan ( $V_p$ ) dengan derajat kejenuhan jalan ( $DS_p$ ), dapat dipergunakan memprediksi kecepatan pra konstruksi. Model hubungan  $V_p$ - $DS_p$  yang paling signifikan yang didapat adalah model eksponensial. Model ini memiliki koefisien korelasi ( $r=0.72$ ), koefisien determinasi ( $R^2=0.59$ ) dan rata-rata residul kwadrat (RMS=0.19). Model hubungan  $V_p$  ini dapat dirumuskan seperti pada persamaan (3), dan dapat dilihat pada Gambar-5 dan Gambar-7.

$$V_p = 49.0750 e^{-0.4770 DS_p} \quad (3)$$

Dimana :

$V_p$  = Kecepatan rata-rata kendaraan kondisi pra rekonstruksi (km/jam)

$DS_p$  = Derajat kejenuhan jalan kondisi pra rekonstruksi

### Hubungan Vm-DSm

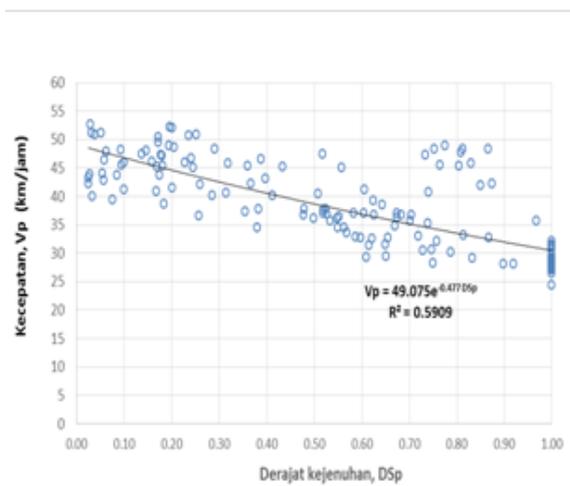
Pada masa rekonstruksi jalan didapat hubungan antara kecepatan (Vm) dengan derajat kejenuhan jalan (DSm). Model hubungan Vm-DSm dipergunakan untuk memprediksi kecepatan kendaraan akibat zona kerja pada masa rekonstruksi. Model hubungan Vm-DSm yang paling signifikan yang didapat adalah model eksponensial. Model ini memiliki koefisien korelasi ( $r=0.614$ ), koefisien determinasi ( $R^2=0.376$ ) dan rata-rata residul kwadrat ( $RMS=0.03$ ) (Bhattacharyya G.K. et al, 1997; Trihendardi C., 2011). Model Vm ini dapat dirumuskan seperti persamaan (4), dan dapat dilihat pada Gambar-6 dan Gambar-7.

$$V_m = 42.4010 e^{-0.3820 DS_p} \quad (4)$$

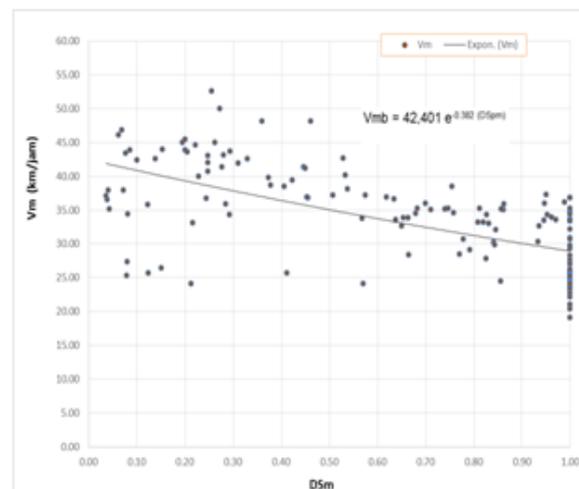
Dimana:

$V_m$  = Kecepatan rata-rata kendaraan kondisi masa rekonstruksi jalan (km/jam)

$DS_m$  = Derajat kejenuhan jalan kondisi masa rekonstruksi



**Gambar-5.** Model Hubungan Vp-DSp



**Gambar 6.** Model Hubungan Vm-DSm

Model eksponensial yang didapat pada persamaan (4), serupa dengan model yang dikembangkan Greenberg tahun 1959 dan selaras dengan penelitian pada kasus – kasus penyempitan (merge) lajur jalan (Indrajaya Y. et al, 2003; Doh T. et al, 2009).

Pada Gambar-7, disajikan model prediksi kecepatan rata-rata Vp dan Vm dengan DS<sub>p</sub> sebagai variabel generator. Gambar-7 ini adalah gabungan dari model hubungan Vp-DS<sub>p</sub> dari Gambar-5 dan Vm-DS<sub>m</sub> dari Gambar-6.

Pada Gambar-7 dapat ditunjukkan terjadi penurunan kecepatan terprediksi mencapai 6 km/jam, dari V<sub>p</sub>=47 km/jam menjadi V<sub>m</sub>=41 km/jam (pada DS=0.10).

### Hubungan $V_p$ - $V_m$

Hubungan  $V_p$ - $V_m$  dikembangkan untuk memprediksi kecepatan masa rekonstruksi. Faktor penyesuaian kecepatan masa rekonstruksi ( $F_v$ ), dipergunakan sebagai faktor pengali untuk memprediksi kecepatan pada masa rekonstruksi ( $V_m$ ).  $F_v$  dihitung dari rasio rata-rata kecepatan sampel masa rekonstruksi ( $V_{mr}$ ) dengan kecepatan rata-rata pra rekonstruksi ( $V_{pr}$ ). Hubungan ini dapat diformulasikan seperti pada persamaan (5).

$$V_p = F_v \times V_m \quad (5)$$

Atau

$$F_v = V_{mr} / V_{pr}$$

Dengan didapatnya parameter  $F_v$  (lihat Gambar 8) maka prediksi kecepatan masa rekonstruksi ( $V_m$ ) dengan variable generator  $V_p$  dapat dirumuskan seperti pada persamaan (6a).

$$V_m = F_v \cdot V_p \quad (6a)$$

Dimana:

$V_m$  = Kecepatan kendaraan kondisi masa rekonstruksi jalan (km/jam), lihat Gambar 8

$V_p$  = Kecepatan kendaraan kondisi pra rekonstruksi jalan (km/jam), lihat Gambar 8

$F_v$  = Faktor penyesuaian kecepatan kendaraan pada masa rekonstruksi

### Hubungan $V_p$ - $V_m$

Hubungan  $V_p$ - $V_m$  dikembangkan untuk memprediksi kecepatan masa rekonstruksi. Faktor penyesuaian kecepatan masa rekonstruksi ( $F_v$ ), dipergunakan sebagai faktor pengali untuk memprediksi kecepatan pada masa rekonstruksi ( $V_m$ ).  $F_v$  dihitung dari rasio rata-rata kecepatan sampel masa rekonstruksi ( $V_{mr}$ ) dengan kecepatan rata-rata pra rekonstruksi ( $V_{pr}$ ). Hubungan ini dapat diformulasikan seperti pada persamaan (6b).

$$V_{mr} = F_v \times V_{pr} \quad (6b)$$

Atau

$$F_v = V_{mr} / V_{pr}$$

Dengan didapatnya parameter Fv (lihat Gambar 8) maka prediksi kecepatan masa rekonstruksi (Vm) dengan variable generator Vp dapat dirumuskan seperti pada persamaan (7).

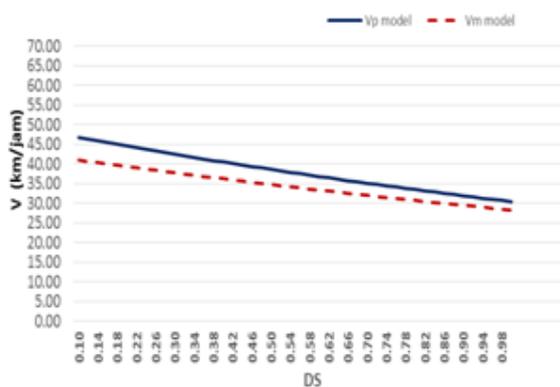
$$V_m = F_v \cdot V_p \quad (7)$$

Dimana:

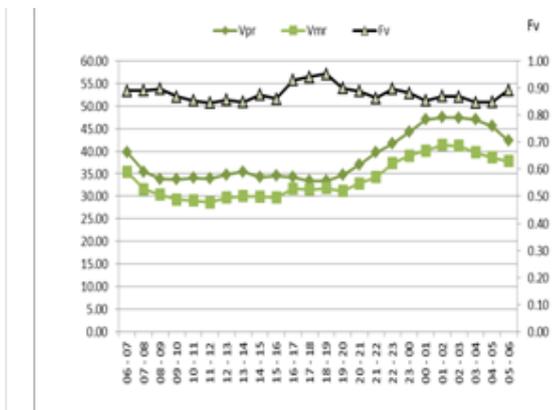
V<sub>m</sub> = Prediksi kecepatan rata-rata kendaraan kondisi masa rekonstruksi jalan (km/jam), lihat Gambar 8

V<sub>p</sub> = Kecepatan rata-rata kendaraan kondisi pra rekonstruksi jalan (km/jam), lihat Gambar 8

F<sub>v</sub> = Faktor penyesuain kecepatan kendaraan pada masa rekonstruksi



Gambar 7. Model Hubungan Vp-DS dan Vm-DS



Gambar 8 Faktor penyesuain kecepatan Fv

### Hubungan Qp-Qm

Faktor penyesuain volume lalu lintas pada masa rekonstruksi (Fq), dipergunakan sebagai faktor pengali untuk memprediksi volume arus masa rekonstruksi (Qm). Fq dihitung dari rasio rata-rata arus lalu lintas masa rekonstruksi (Qmr) dengan arus rata-rata pra rekonstruksi (Qpr) seperti persaman (8).

$$Q_{mr} = F_q \times Q_{pr} \quad (8)$$

Atau

$$F_q = Q_{mr} / Q_{pr}$$

Dimana:

F<sub>q</sub> = Faktor penyesuain volume lalu lintas pada masa rekonstruksi

Q<sub>pr</sub> = Rata-rata volume lalu lintas pra rekonstruksi (smp/jam), lihat Gambar-9

$Q_{mr}$  = Rata-rata volume lalu lintas masa rekonstruksi (smp/jam), lihat Gambar-9

Nilai parameter  $F_q$  dapat disajikan pada Gambar 8. Arus lalu lintas selama masa rekonstruksi jalan di Provinsi Bali, didapat penurunan  $F_q$  mencapai 28% ( $F_q$  minimum=0.72).

Berdasarkan parameter  $F_q$  yang didapat, maka prediksi volume lalu lintas masa rekonstruksi ( $Q_m$ ) dapat dirumuskan seperti pada persamaan (9).

$$Q_m = Q_p \times F_q \quad (9)$$

Dimana:

$Q_m$  = Prediksi volume lalu lintas masa rekonstruksi (smp/jam)

$Q_p$  = Volume lalu lintas pra rekonstruksi/eksisting (smp/jam)

$F_q$  = Faktor penyesuaian volume lalu lintas pada masa rekonstruksi, lihat Gambar-8

#### **Hubungan DSp-DSm**

Faktor peningkatan angka DS atau faktor penyesuaian derajat kejenuhan / tingkat layanan jalan ( $F_{ds}$ ), dipergunakan untuk memprediksi peningkatan derajat kejenuhan pada masa rekonstruksi ( $DS_m$ ).  $F_{ds}$  dihitung dari rasio rata-rata DS masa rekonstruksi ( $DS_{mr}$ ) dengan rata-rata DS pra rekonstruksi( $DS_{pr}$ ) seperti persamaan (10).

$$DS_{mr} = F_{ds} \times DS_{pr} \quad (10)$$

Atau,

$$F_{ds} = DS_{mr}/DS_{pr}$$

Dimana:

$F_{ds}$  = Faktor penyesuaian derajat kejenuhan jalan pada masa rekonstruksi

$DS_{pr}$  = Rata-rata DS jalan pra rekonstruksi, lihat Gambar -9

$DS_{mr}$  = Rata-rata DS jalan masa rekonstruksi, lihat Gambar -9

Nilai parameter  $F_{ds}$  disajikan pada Gambar-9. Nilai DS jalan pada masa rekonstruksi jalan di Provinsi Bali didapat ada peningkatan sampai mencapai 30% ( $F_{ds}$  maksimum =1.30).

Berdasarkan  $F_{ds}$  yang didapat, maka dapat diprediksi derajat kejenuhan masa rekonstruksi seperti pada persamaan (11).

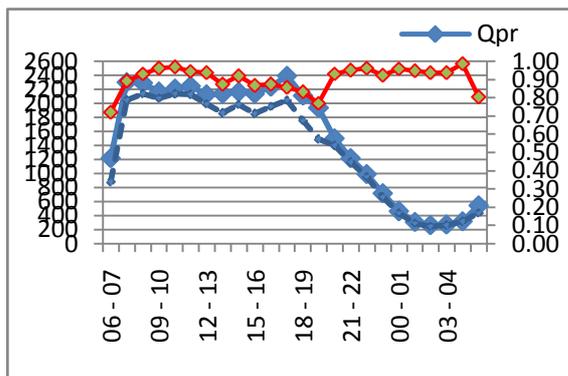
$$DS_m = F_{ds} \times DS_p \quad (11)$$

Dimana:

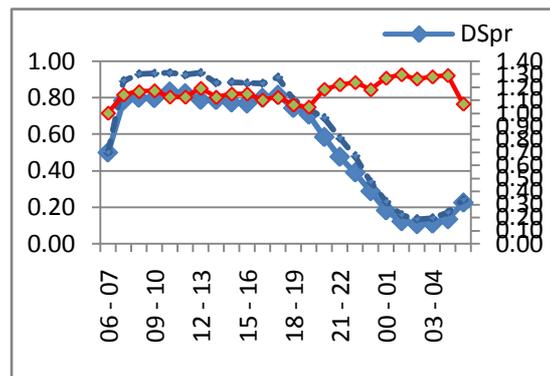
DS<sub>m</sub> = Prediksi DS jalan masa rekonstruksi

DS<sub>p</sub> = DS jalan pra rekonstruksi/eksisting

F<sub>ds</sub> = Faktor penyesuaian derajat kejenuhan jalan pada masa rekonstruksi, lihat Gambar -9



**Gambar-8.** Faktor penyesuaian volume lalu lintas Fq



**Gambar-9.** Faktor penyesuaian DS, Fds

## KESIMPULAN

Pada jalan Nasional perkotaan/semi perkotaan, tipe 2 lajur 2 arah di Propinsi Bali selama masa rekonstruksi jalan, prediksi kinerja lalu lintas jalan yang terkait biaya tidak tetap besaran biaya operasi kendaraan seperti kecepatan ( $V_m$ ), arus ( $Q_m$ ) dan derajat kejenuhan ( $DS_m$ ) dapat diprediksi dengan model berikut:

1. Kecepatan  $V_m$  diprediksi dengan model matematis yaitu  $V_m = 42.4010 e^{-0.3820 DS_p}$ . Terprediksi penurunan kecepatan masa rekonstruksi mencapai 6 km/jam ( $DS_p=0.1$ ). Dengan mengembangkan factor penyesuaian kecepatan  $F_v$ , prediksi kecepatan masa rekonstruksi dapat dirumuskan yaitu  $V_m = F_v \times V_p$ .
2. Volume lalu lintas  $Q_m$  dapat diprediksi dengan model  $Q_m = F_q \times Q_p$ . Terprediksi penurunan arus pada masa rekonstruksi mencapai 28% ( $F_q=0.72$ )
3. Derajat kejenuhan  $DS_m$  dapat diprediksi dengan model  $DS_m = F_{ds} \times DS_p$ . Terprediksi kenaikan derajat kejenuhan masa rekonstruksi mencapai 30% ( $F_{ds}=1.30$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, G.K. and Johnson, R.A., 1977. Statistical Concepts and Methods. John Wiley and Sons.
- DPU (Departemen Pekerjaan Umum) 1997. *Manual Kapasitas Jalan di Indonesia (MKJI)*.
- DPU (Departemen Pekerjaan Umum). 2005. Pedoman Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan, Nomor: Pd.T-15-2005-B, Puslitbang Prasarana Transportasi

- Doh Tcheolwoong, Kim Hyunsang, Kang Kyungwoo and Kook Wookang, 2009. Analysis of Speed-Density Traffic Flow Models on A Merge Influence in An Uninterrupted Facility. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. Vol.7
- Indrajaya Yupiter, Riyanto Bambang dan Widodo Das'at, 2003. Pengaruh Penyempitan Jalan Terhadap Karakteristik lalu Lintas, Studi kasus pada ruas jalan Kota Demak-Kudus, Km.5, Jurnal Pilar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro., 12 (2): 64-72.
- Sudarsana Dewa Ketut, Harnen Sulistio, A Wicaksono dan Ludfi Djakfar. 2013. Kajian Kinerja Jalan Akibat Adanya Zona Kerja (Work Zone). Prosiding The 16<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, UMS Surakarta, 1 – 3 Nov 2013
- Sudarsana Dewa Ketut, Sulistio Harnen, Wicaksono Achmad and Djakfar Ludfi, 2014. The Analysis Of Work Zone Road User Costs Due To The Delay Completion Of The Road Maintenance Project. Adv. in Nat. Appl. Sci., 8(3): 103-108
- Sudarsana Dewa Ketut. 2014. Model Kerugian Pengguna Jalan Pada Masa Pelaksanaan Proyek Rekonstruksi Jalan. Draft Naskah Disertasi, Program Doktor Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Trihendardi C., 2011. Langkah Mudah Melakukan Analisis Statistik Menggunakan SPSS 19. Andi Yogyakarta

## KAJIAN PENGGUNAAN TRAS LOMPOTOO SEBAGAI AGREGAT HALUS PADA LAPIS PONDASI BAWAH DITINJAU DARI SPESIFIKASI UMUM, 2007 DAN 2010

**Fadly Achmad**

Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo,  
HP. 08124474435, fadly\_achmad30@yahoo.com

**Riskiyanto Maksud**

Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo  
rizki\_maksud@yahoo.com

### Abstract

Gorontalo Province has several material sources which are used as embankment material or base course. These materials have been exploited in large numbers each year to fulfill the infrastructure needs especially the highway. The large numbers of needs causes the decrease of material deposits in Gorontalo province. If there is not any effort to look for the alternative material sources, it is feared, in the future, this region will bring the materials from other areas which of course will need a quite high costs. Over the years, the taking material only focuses in Pilolalenga, Alopohu, Molintogupo, Botumoito, Randangan, Bumela and Bone River, while many other locations have the potential to serve as alternative sources of highway materials. Besides the huge number of materials need, the problem that commonly faced in several districts of Gorontalo province is the use of material specification. For example, some districts are still use the general specification 2007 as the reference, while the general specification 2010 has existed.

The research used Tras Lompotoo as fine aggregate and gravels which were taken from Bone River as coarse aggregate. The method of research was experiment research. The tests included water content, gradation, Atterberg limits, abrasion, compaction, and CBR.

The research result showed that the gradation composition that fulfilled the general specification was 30% of Tras Lompotoo : 70% of Bone Gravels. CBR unsoaked value was 70%, CBR soaked was 27%, while  $\gamma_d$  max = 2,07 gr/cm<sup>3</sup> and  $w_{opt}$  = 6,00%. The comparison only gave properties value in general specifications 2007.

**Keywords:** *Tras Lompotoo, Subbase Course, General Specification 2007, General Specification 2010.*

### Abstrak

Provinsi Gorontalo memiliki beberapa sumber material yang digunakan sebagai bahan timbunan maupun bahan lapis pondasi jalan raya. Material-material ini setiap tahunnya dieksploitasi secara besar-besaran guna memenuhi kebutuhan infrastruktur khususnya jalan raya. Kebutuhan yang begitu besar akan menyebabkan deposit material di Provinsi Gorontalo semakin berkurang. Jika tidak ada upaya mencari sumber-sumber material alternatif, dikhawatirkan kedepan daerah ini harus mendatangkan material-material tersebut dari daerah lain yang tentunya membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Selama ini pengambilan material yang dilakukan hanya terfokus pada Sungai Pilolalenga, Alopohu, Molintogupo, Botumoito, Randangan, Bumela dan Bone. Sementara banyak lokasi-lokasi lainnya yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber alternatif material jalan raya. Selain kebutuhan material yang cukup besar, masalah yang sering dijumpai di beberapa kabupaten di Provinsi Gorontalo adalah penggunaan spesifikasi material. Sebagai contoh, bahwa beberapa kabupaten masih menggunakan spesifikasi umum tahun 2007 sebagai sumber rujukan, sementara spesifikasi umum 2010 sudah ada.

Penelitian ini menggunakan Tras Lompotoo sebagai agregat halus dan kerikil yang berasal dari Sungai Bone sebagai agregat kasar. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Pengujian meliputi uji kadar air, gradasi, batas-batas Atterberg, abrasi, pemadatan, dan CBR.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi gradasi yang memenuhi spesifikasi umum adalah 30% tras Lompotoo : 70% kerikil Sungai Bone. Nilai CBR *unsoaked* = 70%, CBR *soaked* = 27% sementara  $\gamma_d$  maks = 2,07 gr/cm<sup>3</sup> dan  $w_{opt}$  = 6,00%. Perbandingan di atas hanya memberikan nilai-nilai properties yang memenuhi spesifikasi umum 2007.

**Kata-kata kunci:** *Tras Lompotoo, Lapis Pondasi Bawah, Spesifikasi Umum 2007, Spesifikasi Umum 2010.*

## **PENDAHULUAN**

Provinsi Gorontalo memiliki beberapa sumber material yang digunakan sebagai bahan timbunan maupun bahan lapis pondasi jalan raya. Material-material ini setiap tahunnya dieksploitasi secara besar-besaran guna memenuhi kebutuhan infrastruktur khususnya jalan raya. Kebutuhan yang begitu besar akan menyebabkan deposit material di Provinsi Gorontalo semakin berkurang. Jika tidak ada upaya mencari sumber-sumber material alternatif, dikhawatirkan kedepan daerah ini harus mendatangkan material-material tersebut dari daerah lain yang tentunya membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Selama ini pengambilan material yang dilakukan hanya terfokus pada Sungai Pilolalenga, Alopohu, Molintogupo, Botumoito, Randangan, Bumela dan Bone. Sementara banyak lokasi-lokasi lainnya yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber alternatif material jalan raya.

Berkaitan dengan hal itu, penulis tertarik melakukan penelitian mengenai pemanfaatan bahan galian yang berasal dari Desa Lompotoo Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh pemerintah daerah dan praktisi jalan sebagai bahan substitusi parsial material lapis pondasi bawah jalan raya. Pada penelitian ini, tras Lompotoo berfungsi sebagai agregat halus dikombinasikan dengan kerikil sebagai agregat kasar.

Selain kebutuhan material yang cukup besar, masalah yang sering dijumpai di beberapa kabupaten di Provinsi Gorontalo adalah penggunaan spesifikasi material. Sebagai contoh, bahwa beberapa kabupaten masih menggunakan spesifikasi umum tahun 2007 sebagai sumber rujukan, sementara spesifikasi umum 2010 sudah ada.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Bahan yang digunakan adalah tras Desa Lompotoo Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango sebagai agregat halus dan kerikil Sungai Bone Kota Gorontalo sebagai agregat kasar. Hasil dari uji gradasi coba-coba (*trial and error*) mendapatkan komposisi yakni 30% tras : 70% kerikil.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Laboratorium Teknik Sipil UNG (2007) melakukan penelitian mengenai penggunaan sirtu Sungai Pilolalenga dan Sungai Molintogupo, hasilnya menunjukkan bahwa material yang berasal dari kedua sungai tersebut dapat digunakan sebagai material jalan raya. Bahkan agregatnya selama ini digunakan pada campuran beraspal.

Yahya (2010) melakukan penelitian tentang potensi sirtu Tapadaa, hasilnya menunjukkan bahwa sirtu Tapadaa dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan raya. Namun, material ini hanya dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah.

Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa terdapat banyak sumber material alternatif di Provinsi Gorontalo yang selama belum dikelola secara optimal yang dapat dimanfaatkan untuk lapis perkerasan jalan raya. Oleh sebab itu sangat diperlukan penelitian-penelitian mengenai sumber material lainnya untuk memenuhi kebutuhan bahan konstruksi jalan raya di Provinsi Gorontalo.

### Studi Pendahuluan

Desa Lompotoo terletak di Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango. Di desa ini terdapat sumber material berupa tras yang selama ini belum dikelola secara optimal oleh praktisi jalan maupun pemerintah setempat. Tras atau yang biasa dikenal dengan pozzolan alami adalah material alam yang terjadi akibat hasil pelapukan dari batuan gunung api atau dari abu gunung berapi yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina dan senyawa alkali besi, kapur, dan lain-lain walaupun dalam kadar yang lemah. Tras pada umumnya berwarna abu-abu dengan variasi butiran antara 0,075 – 2,9 mm. Studi awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi cadangan material yang ada. Deposit material yang ada diperkirakan mencapai 4.000.000 m<sup>3</sup> dengan luas  $\pm$  16 ha (Gambar 1). Menurut Dinas Kehutanan dan Pertambangan Provinsi Gorontalo, sampai dengan tahun 2011 belum ada data yang diperoleh mengenai sumber material di lokasi tersebut.



**Gambar 1.** Sumber Tras Desa Lompotoo (Dok. Achmad, 2011)

### Lapis Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) terdiri dari agregat kasar dan agregat halus dengan atau tanpa *clay*. Menurut Hardiyatmo (2010), maksud penggunaan lapis pondasi bawah adalah untuk membentuk lapisan perkerasan yang relatif cukup tebal tapi dengan biaya yang lebih murah. Umumnya penentuan persyaratan kepadatan dan kadar air ditentukan dari hasil-hasil uji laboratorium atau lapangan.

Fungsi dari lapis pondasi bawah adalah :

1. Sebagai bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan.
2. Untuk efisiensi penggunaan material agar lapisan-lapisan yang lain dapat dikurangi tebalnya, sehingga menghemat biaya.
3. Untuk mencegah material tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi bawah.
4. Sebagai lapisan pertama, agar pelaksanaan pembangunan jalan berjalan lancar.

Lapis pondasi bawah yang diletakkan di atas tanah dasar yang lunak, berguna untuk menutup tanah dasar tersebut agar mempunyai kapasitas dukung yang cukup.

### Persyaratan Bahan

Agregat kasar (tertahan pada saringan 4,75 mm) harus terdiri atas partikel yang keras dan awet. Agregat halus (lolos saringan 4,75 mm) harus terdiri atas partikel material dengan atau tanpa *clay*. Agregat untuk lapis pondasi harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki, harus memenuhi ketentuan gradasi yang diberikan dalam Tabel 1 dan memenuhi sifat-sifat yang diberikan dalam Tabel 2.

### Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi, yaitu perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat. Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis, seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan perkerasan jalan penimbunan, penghamparan, pemadatan, pelayanan terhadap lalu lintas dan proses kimiawi seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari. Daya tahan agregat terhadap beban mekanis diperiksa dengan melakukan uji abrasi dengan alat Los Angeles *Machine* (Sukirman, 2007).

**Tabel 1** Gradasi Lapis Pondasi Kelas B

Ukuran saringan		Spesifikasi 2007	Spesifikasi 2010
ASTM	(mm)	% lolos	% lolos
2"	50	100	100
1½"	37,5	88 – 100	88 – 95
1"	25,0	70 – 85	70 – 85
3/8"	9,50	40 – 65	30 – 65
No. 4	4,75	25 – 52	25 – 55
No. 10	2,00	15 – 40	15 – 40
No. 40	0,425	8 – 20	8 – 20
No. 200	0,075	2 – 8	2 – 8

**Tabel 2** Sifat-sifat Lapis Pondasi Kelas B

Sifat-sifat	Spesifikasi 2007	Spesifikasi 2010
Abrasi dari Agregat Kasar	0 – 40%	0 – 40%
Indeks Plastis	0 – 6%	0 – 10%
Batas Cair	0 – 25%	0 – 35%
CBR	Min. 65%	Min. 60%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian laboratorium yang diperoleh dari pengujian material kerikil Sungai Bone dan tras Lompotoo sesuai dengan sifat-sifat lapis pondasi agregat kelas B yang disyaratkan spesifikasi Bina Marga 2007 dan 2010 untuk dijadikan sebagai bahan lapis pondasi bawah jalan raya dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Sifat-sifat Lapis Pondasi Bawah Kelas B

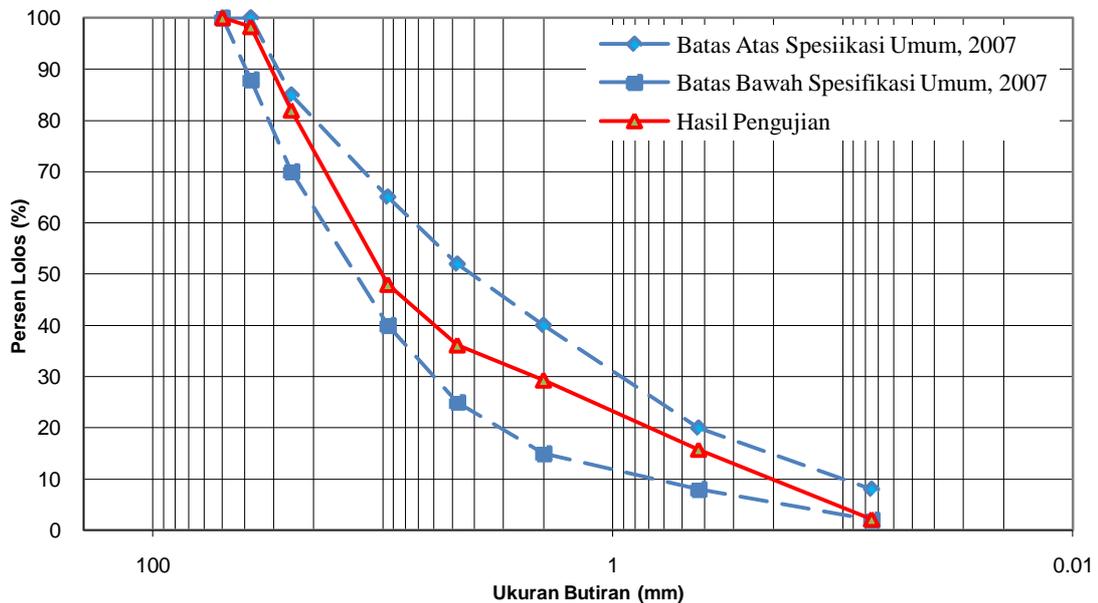
No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Umum, 2007	Spesifikasi Umum, 2010
1.	Kadar Air Kerikil	%	4,56	–	–
2.	Kadar Air Tras	%	6,33	–	–
3.	Abrasi Kerikil	%	31,96	0 – 40	0 – 40
4.	Indeks Plastisitas				
	Batas Cair ( <i>LL</i> )	%	17,30	0 – 25	0 – 35
	Batas Plastis ( <i>PL</i> )	%	15,49	–	–
	Indeks Plastisitas ( <i>PI</i> )	%	1,81	0 – 6	0 – 10
5.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar				
	<i>Bulk</i>		2,60	–	–
	SSD		2,63	–	–
	Semu		2,69	–	–
	Penyerapan		1,25	–	–
6.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus				
	<i>Bulk</i>		2,48	–	–
	SSD		2,53	–	–
	Semu		2,62	–	–
	Penyerapan		2,24	–	–
7.	Pemadatan:				
	Kadar Air Optimum	%	6,0	–	–
	Berat Isi Kering Maksimum	gr/cm <sup>3</sup>	2,07	–	–
8.	CBR desain:				
	<i>Soaked</i>	%	27	Min. 65	Min. 60
	<i>Unsoaked</i>	%	70	Min. 65	Min. 60

**Gradasi**

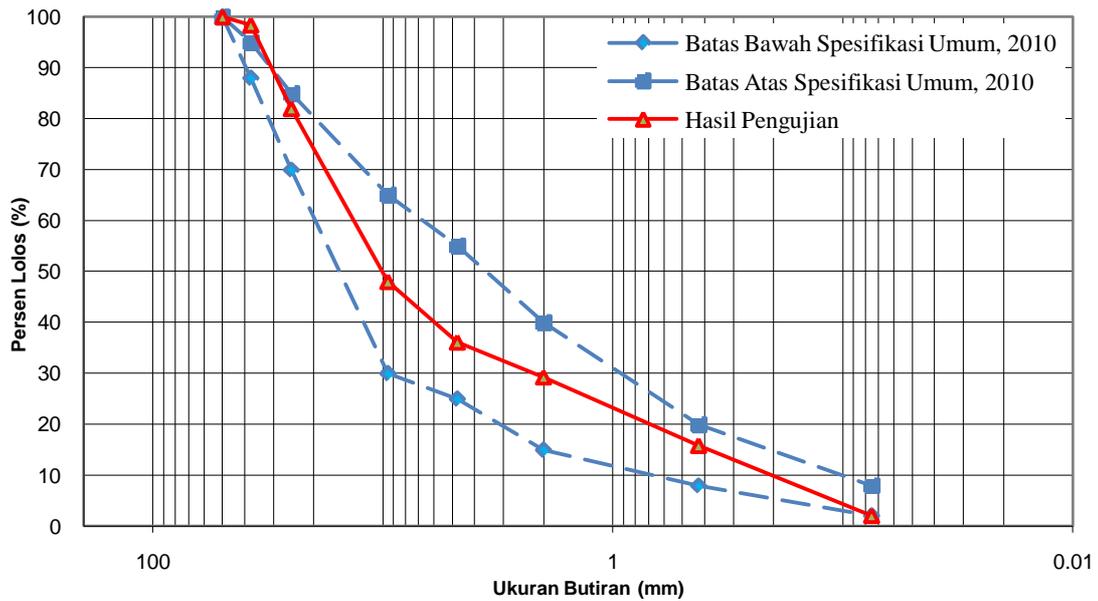
Uji gradasi pada penelitian ini dilakukan terhadap masing-masing agregat kemudian dilakukan gabungan gradasi secara coba-coba (*trial and error*). Dari beberapa komposisi yang dilakukan, diperoleh perbandingan tras Lompotoo dan kerikil Sungai Bone adalah 30% : 70% yang memenuhi kriteria gradasi kelas B. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4, Gambar 2 dan Gambar 3 di bawah ini.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Gradasi Gabungan

Ukuran Saringan		Hasil Uji	Spesifikasi Umum, 2007	Spesifikasi Umum, 2010
ASTM	(mm)	% lolos		
2"	50	100,00	100	100
1½"	37,5	98,31	88 – 100	88 – 95
1"	25,0	81,92	70 – 85	70 – 85
3/8"	9,50	48,02	40 – 65	30 – 65
No.4	4,75	36,13	25 – 52	25 – 55
No.10	2,00	29,29	15 – 40	15 – 40
No.40	0,425	15,80	8 – 20	8 – 20
No.200	0,075	2,11	2 – 8	2 – 8



**Gambar 2.** Hasil Uji Gradasi Gabungan Berdasarkan Spesifikasi Umum, 2007.

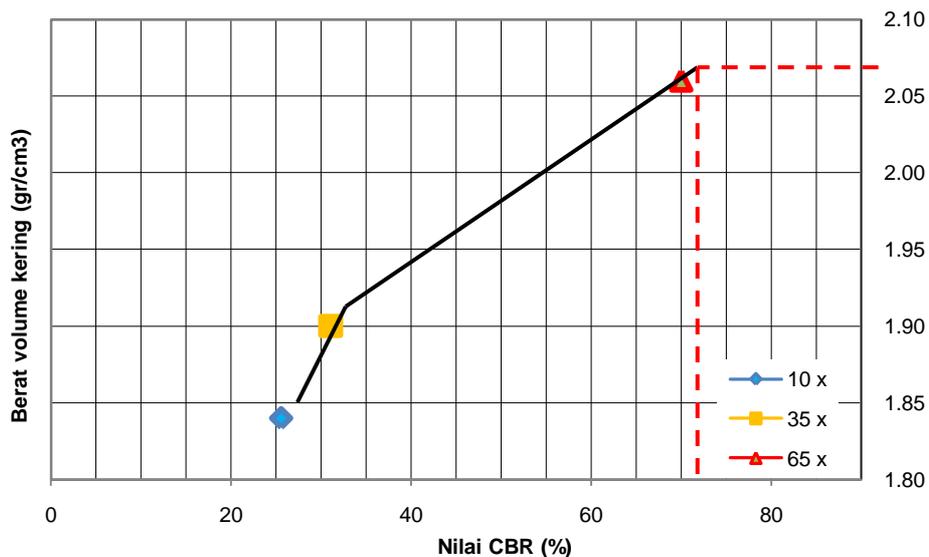


Gambar 3. Hasil Uji Gradasi Gabungan Berdasarkan Spesifikasi Umum, 2010.

Gambar 2 menunjukkan bahwa komposisi gradasi tras Lompotoo dan kerikil Sungai Bone 30% : 70% memenuhi kriteria gradasi kelas B spesifikasi umum 2007. Gambar 3 menunjukkan komposisi gradasi dengan perbandingan yang sama tidak memenuhi spesifikasi umum 2010.

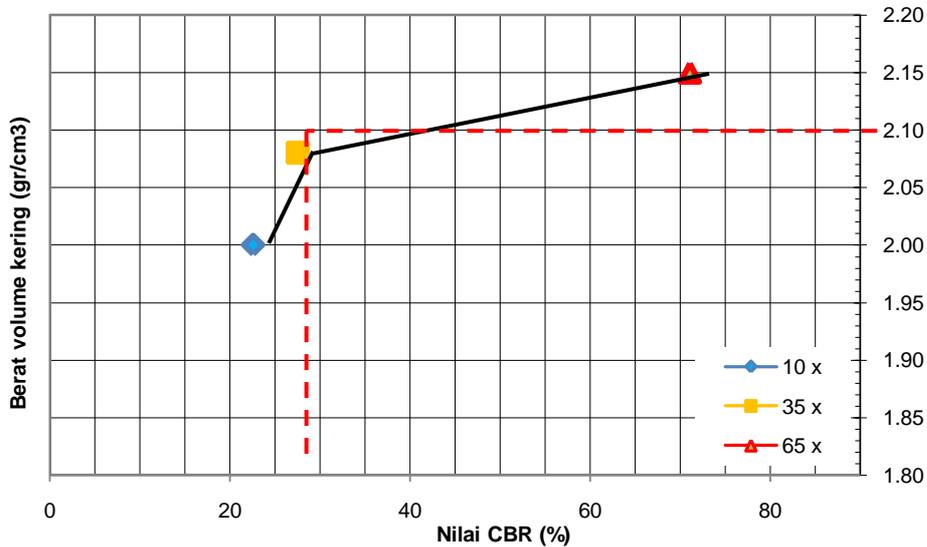
### Pengujian CBR

Pengujian CBR dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa rendaman (*unsoaked*) dan rendaman (*soaked*) masing-masing dengan variasi jumlah tumbukan. Hasil pengujian CBR *unsoaked* dapat dilihat pada Gambar 3 dan CBR *soaked* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian CBR *Unsoaked*.

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian CBR *unsoaked* sebesar 70%. Hasil ini memenuhi Spesifikasi Umum, 2007 dan 2010.



**Gambar 5.** Hasil Pengujian CBR *Soaked*.

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian CBR *soaked* sebesar 27%. Hasil ini tidak memenuhi spesifikasi umum, 2010. Hal ini diakibatkan karena kadar air yang ada dalam material bertambah akibat perendaman selama 4 hari. Selengkapnya hasil pengujian CBR ditampilkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5** Hasil Pengujian CBR

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Umum, 2007	Spesifikasi Umum, 2010
1.	Pemadatan <i>modified</i>				
	- $\gamma_d$ maksimum	gr/cm <sup>3</sup>	2,07	-	-
	- Kadar air optimum	%	6,00	-	-
2.	CBR laboratorium				
	<i>Unsoaked</i> CBR	%	70		
	<i>Soaked</i> CBR	%	27	min. 65	min. 60

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian CBR pada kondisi *unsoaked* memberikan hasil 70%, sementara untuk kondisi *soaked* adalah 27%.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Komposisi gradasi yang memenuhi spesifikasi umum adalah 30% tras Lompotoo : 70% kerikil Sungai Bone, nilai CBR *unsoaked* = 70%, CBR *soaked* = 27%,  $\gamma_d$  maks = 2,07 gr/cm<sup>3</sup> dan  $w_{opt}$  = 6,00%.
2. Sifat-sifat fisik tras Lompotoo dan kerikil Sungai Bone memenuhi spesifikasi umum, 2007 dan 2010.
3. Pemanfaatan tras Lompotoo dan kerikil Sungai Bone dengan komposisi 30% : 70% lebih cocok dengan spesifikasi umum 2007.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Achmad, F. (2010). Tinjauan Sifat-sifat Agregat untuk Campuran Aspal Panas (studi kasus beberapa quarry di Provinsi Gorontalo), *Jurnal Sainstek* Vol. 5, No. 1, Maret 2010, FMIPA-UNG, hal. 36-49.
- Achmad, F. (2011). Kajian Penggunaan Tras Lompotoo sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Pada Lapis Pondasi Atas Jalan Raya. Laporan Penelitian Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo (tidak dipublikasikan).
- Achmad, F., Husnan, F., dan Abudi, R. K. (2013). Kajian Penggunaan Pasir Gunung Donggala sebagai Agregat Halus Pada Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya, *Prosiding The 16<sup>th</sup> FSTPT International Symposium*, UMS Surakarta.
- Achmad, F., dan Sunardi, N. (2014), Penggunaan Sirtu Malango sebagai Bahan Lapis Pondasi Bawah Ditinjau dari Spesifikasi Umum 2007 dan 2010, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah 2014 ITS*, Surabaya.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Bab VII Spesifikasi Umum, Divisi V Perkerasan Berbutir.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Bab VII Spesifikasi Umum, Divisi V Perkerasan Berbutir.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Laboratorium Teknik Sipil UNG. (2007). Laporan JMF PT. Sinar Karya Cahaya, PT. Cahaya Mandiri Persada, PT. Jayakarya Permai Utama (tidak dipublikasikan), Gorontalo.
- Maksud, R. (2011). Pemanfaatan Kerikil Sungai Bone dan Tras Lompotoo sebagai Material Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya, Tugas Akhir D3 Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo (tidak dipublikasikan).
- Mikradj. (2001). Pemanfaatan Kerikil Desa Lelema dan Tras Desa Koka untuk Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya, Skripsi S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado (tidak dipublikasikan).
- Sukirman, S. 2010. *Beton Aspal Campuran Panas*, Bandung.
- Yahya, T. (2010). Kajian Penggunaan Sirtu Tapadaa sebagai Lapis Pondasi Jalan Raya, Tugas Akhir D3 Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo (tidak dipublikasikan).

## ASSESSING OF ROCKFALL RISKS (CASE STUDY: KLÖCH, AUSTRIA)

**Ari Sandyavitri**  
Civil Engineering Department,  
University of Riau  
Bina Widya Campus, Jl. HR  
Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru,  
Pos Code 28293  
email:  
[arisandhyavitri@unri.ac.id](mailto:arisandhyavitri@unri.ac.id)

**Alexander Preh**  
Civil Engineering Department,  
University of Riau  
Bina Widya Campus, Jl. HR  
Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru,  
Pos Code 28293

**Frans Tohom**  
Civil Engineering Department,  
University of Riau  
Bina Widya Campus, Jl. HR  
Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Pos  
Code 28293  
Email:  
[frans\\_tohom@hotmail.com](mailto:frans_tohom@hotmail.com)

### ABSTRACT

Rockfall cases are a natural and dynamic geologic process, commonly occur within mountainous areas near by the cliffs undercut by human for developing building or highway. This paper aims are to; (i) identify parameters of slope surface, and (ii) simulates rockfall process. Case study of slope was taken in the quarry at the Kloch, Austria. This paper revealed 7 (seven) slope surface parameters for this slope, including; dynamic and static friction angles were  $35^0$ , normal and tangential damping were 0.2 and 0.95, rolling resistance 0.2 to 0.3, amplitude of roughness 0, and frequency of roughness 1. These results were than treated as an input data in simulating the rockfall. Based on the simulation, it was identified that within the 15 m of the Kloch height, the rockfall would yield the average of kinetic energy of 240 kJ, and 0.5 m of bounce height. Hence, in order to reduce rockfall risk to road way close to the cliff toe area, it is recommended to extend road shoulder at 5-10 meters from the slope or construct an appropriate rockfall barrier that is in capable to restrain energy kinetic of 250 kJ and the height of barrier minimum 1 m.

### ABSTRAK

Kejadian jatuhnya batuan (rockfall) adalah proses geologi alami yang dinamis, umumnya terjadi dalam daerah pegunungan dikaki tebing yang biasanya dipotong ataupun digali manusia untuk pembangunan atau jalan raya. Tulisan ini bertujuan untuk; (i) mengidentifikasi parameter permukaan tebing, dan (ii) mensimulasikan proses rockfall pada lereng buatan di tambang di Kloch, Austria. Tulisan ini mengungkapkan 7 (tujuh) parameter permukaan lereng antara lain; sudut gesekan dinamis dan statis ( $35^0$ ), normal dan tangensial damping adalah 0,2 dan 0,95, rolling resistance 0,2 hingga 0,3, amplitudo kekasaran lereng 0, dan frekuensi kekasaran 1. Parameter-parameter ini diperlakukan sebagai input data dalam simulasi rockfall tersebut. Berdasarkan simulasi, diketahui bahwa untuk ketinggian lereng 15 m, maka rockfall akan menghasilkan energi kinetik rata-rata 240 kJ, dan ketinggian pantul batu (rockfall) adalah 0,5 dari muka tanah. Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko rockfall arah jalan yang berada disekitar kaki tebing, disarankan untuk memperpanjang bahu jalan sekitar 5-10 meter dari kaki lereng atau membangun sebuah tembok penghalang rockfall yang mampu menahan energi kinetik 250 kJ dengan ketinggian tembok penghalang minimum 1 m.

## PENDAHULUAN

Berbagai kasus jatuhnya batusering terjadi di wilayah pegunungan atau berbukit-bukit di seluruh dunia, seperti di Indonesia, Jepang, Taiwan, China, Norwegia, Austria Swiss, Amerika dan lain-lainnya. Jatuhan batu yang terjadidapat mengakibatkan kerusakan bangunan, perumahan dan pemukiman, infrastruktur jalan, bahkan korban jiwa.



**Gambar 1** Jatuhan batuan yang terjadi di Idaho, Amerika.

( Sumber : Idaho Transportation Media Manager, 2012 )

Dari gambar 1 dapat dilihat jatuhan bahwa jatuhan batu menutupi badan jalan, bahkan di beberapa kasus jatuhan batu menimpa kendaraan yang lewat. Sedangkan di Indonesia sendiri tepatnya di Sumatera barat yang wilayahnya secara geografis terdapat Bukit Barisan kerap mengalami jatuhan batuan seperti di wilayah Kabupaten Limapuluh kota.



**Gambar 2** Jatuhan batuan yang terjadi di daerah Sumatera Barat.

( Sumber : dokumentasi redaksi padang today, 2011 )

Untuk mengetahui pola atau skenario jatuhan batu pada masa yang akan datang maka perlu dilakukan simulasi dan pemodelan jatuhan batu dalam rangka penilaian resiko jatuhan batu.

Untuk melakukan simulasi dan pemodelan jatuhan batu diperlukan percobaan jatuhan batu terlebih dahulu. Di Indonesia sendiri belum pernah dilakukan percobaan jatuhan batu tersebut. Dalam tugas akhir ini akan digunakan data-data dari percobaan jatuhan batu yang telah dilakukan di Klöch, Austria pada tahun 2010. Data-data ini disediakan oleh University of Vienna, Centre for Geomechanic, 2011.

Berdasarkan data-data percobaan itu akan dilakukan analisa dan simulasi dengan menggunakan aplikasi Rockfall 6.1 untuk memodelkan perilaku jatuhnya batu dengan berbagai dimensi, jarak jatuhnya batu, energi kinetik, dan ketinggian pantulan batu. Pada percobaan tersebut, batu didorong menggunakan *bulldozer* di 4 titik berbeda, yang berarti ada 4 profil lereng yang akan di analisa.

Berdasarkan gambaran simulasi tersebut, diharapkan dapat dilakukan analisa risiko dan pengembangan strategi penanganan wilayah yang rawan jatuhnya batu, misalnya dengan memberikan rekomendasi alternatif struktur penahan (*barrier*) yang relatif sesuai menahan energi kinetik jatuhnya batu yang terjadi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan berupa simulasi dan analisa percobaan jatuhnya batu yang dilakukan di Kloch pada tahun 2010. Profil lereng Kloch dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3** Profil Lereng Kloch

(Sumber : Dokumentasi University of Vienna, Centre for Geomechanic, 2011)

Data yang dikumpulkan adalah data sekunder dari percobaan jatuhnya batu yang dilaksanakan oleh University of Vienna, Centre for Geomechanic, 2011. Data yang diperoleh yaitu:

1. Karakteristik batuan, seperti bentuk dan ukurannya.
2. Profil lereng
3. Jarak jatuhnya batu di kaki lereng.

Secara garis besar tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan Data
2. Melakukan simulasi berdasarkan data-data berikut:
  - a. karakteristik batuan di Klöch.

- b. profil lereng yang dikonversi sesuai dengan yang diperlukan pada Rockfall 6.1
  - c. nilai parameter-parameter lereng : *dynamic friction, static friction, normal and tangential damping, rolling resistance and surface roughness* secara coba-coba (*trial and error*) berdasarkan nilai yang direkomendasikan Dr.Spang, 2009.
3. Melakukan simulasi dan memperbandingkan dengan simulasi di lapangan.
    - a. Jika terdapat kesesuaian, maka nilai parameter yang dicoba dapat diterima.
    - b. Jika berbeda, nilai parameter-parameter lereng harus diganti hingga mendapatkan simulasi yang sesuai dengan yang dilapangan.
  4. Berdasarkan parameter yang didapat, dilakukan model jatuhan batu dengan ukuran batu tertentu.
  5. Mengidentifikasi zona wilayah yang berisiko jatuhan batu berdasarkan jarak jatuhan batu di kaki lereng.
  6. Analisa risiko jatuhan batuan berdasarkan energi kinetik dan tinggi pantulan yang terjadi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Jatuhan Batu

Untuk mengetahui kualitas permukaan lereng yang sebenarnya dengan simulasi menggunakan program Rockfall 6.1, kualitas permukaan lereng ditentukan dengan metode *trial and error* dengan memperbandingkan antara jarak jatuhan batu yang terjadi pada simulasi dan yang terjadi di lapangan.

Nilai kualitas permukaan lereng yang dimasukkan untuk metode *trial and error* didasarkan pada nilai parameter yang direkomendasikan oleh Dr. Spang pada tabel 1.

**Tabel 1** Data input aplikasi Rockfall 6.1

<b>Introduction</b>	Project Information: Number, Name of the project, Date and Authorisation Signature	
<b>Data Input 1</b>	Data of Slope Geometry in the form of X coordinates represent horizontal distances, and Y for slope vertical heights (in meter)	
<b>Data Input 2 and 4</b>	Slope Surface Qualities (for Single Slice of Slope and Table of Slope Qualities). These contain 7 parameters:	
<b>Number</b>	<b>Parameters (7 units)</b>	<b>Recommended Setting</b>
2.1.	Rg. Dynamic friction angle (in case of sleedding) maximum value range of 0-89	10-35
2.2.	Rh. Static friction angle ( in case of static contact) maximum range of 0-89, and value must be > Rg	12-45
2.3.	Dn. Normal damping velocity component normal to the slope surface during collosion, Maximum range of 0.01 (near fully plastic impact) to 1.00 (fully elastic impact).	0.01-0.08
2.4.	Dt. Tangential dampin velocity component parallel to the slope surface. Maximum range of 0.01-1.00	
2.5.	Rw. Rolling resistance,energy loss of the rollling boulder. Maximum range of 0 (no rolling resistance) to 1	0.00-0.35
2.6.	Oa. Amplitude of surface roughness, vertical distance of the peaks. Maximum range 0-5 m	0-5
2.7.	Of. Frequency of surface roughness. Maximum Range 0-20m	0-20
<b>Data Input 3</b>	Data of Slope Slice Types : in number	
<b>Data Input 5</b>	Data of Slope Barriers : Distance at the horizontal position (X) m , height of a barrier (m), and inclination (deg)	
<b>Data Input 6</b>	Sampling section: define (a) partuculat section (s) for any further investigation	

Setelah dilakukansimulasi dengan *trial and error*, jarak jatuhan batu di kaki lereng hasil simulasi diperbandingkan dengan jarak jatuhan batu yang terjadi di lapangan. Berikut adalah tabel perbandingan jarak jatuhan batu di lereng Kloch.

**Tabel 2** Perbandingan jarak jatuhan batu hasil simulasi dan di lapangan

Series	No	Jarak Jatuhan batu hasil simulasi (m)				Jarak Jatuhan batu di Kloch (m)
		1	2	3	rerata	
1	1	9.02	8.95	9.02	9.00	9
1	2	7.59	6.93	6.71	7.08	7
1	3	4.62	3.37	5.34	4.44	4.5
1	8	7.39	7.75	8.31	7.82	7.6
1	9	8.22	6.76	5.51	6.83	6.7
1	10	2.47	3.18	1.95	2.53	2
1	15	9.58	10.01	9.76	9.78	10.4
1	16	2.4	2.47	2.76	2.54	2.5
1	17	11.96	12.03	12.21	12.07	12.2

(Sumber: Analisa, 2013)

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa jarak jatuhan batu hasil simulasi sudah mendekati jarak jatuhan batu di Kloch dengan nilai deviasi < 15%. Hal ini menunjukkan nilai-nilai parameter yang digunakan adalah nilai parameter yang dapat mewakili profil lereng Kloch. Nilai parameter lereng tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3** Nilai-nilai Parameter Lereng Kloch

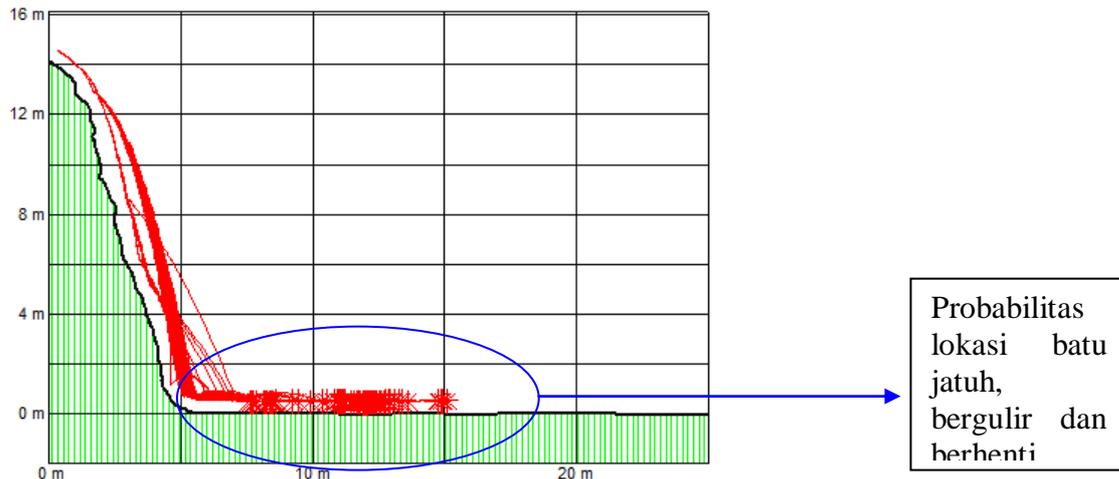
Parameter	Nilai	
	Sudut gesek dinamik (Rg)	maks
min		30°
Sudut gesek statik (Rh)	maks	35°
	min	35°
Norma damping (Dn)	maks	0.2
	min	0.2
Tangensial damping (Dt)	maks	0.95
	min	0.92
Rolling resistance (Rw)	maks	0.3
	min	0.25
Ampitudo kekasaran (oa)	maks	0.05
	min	0
Frekuensi Kekasaran (Of)	maks	1
	min	0

(Sumber: Analisa, 2013)

### Simulasi Jatuhan Batu

Simulasi 100 blok batu dan 1000 blok batu dengan ukuran jari-jari batu sebesar 0,5 m dan berat volume batu diestimasi 2,9 ton/m<sup>3</sup>. Digunakan deviasi sebesar 10% untuk melingkupi ketidakpastian dalam pemodelan.

Profil lereng dan simulasi jatuhnya batu dapat digambarkan sebagai berikut.

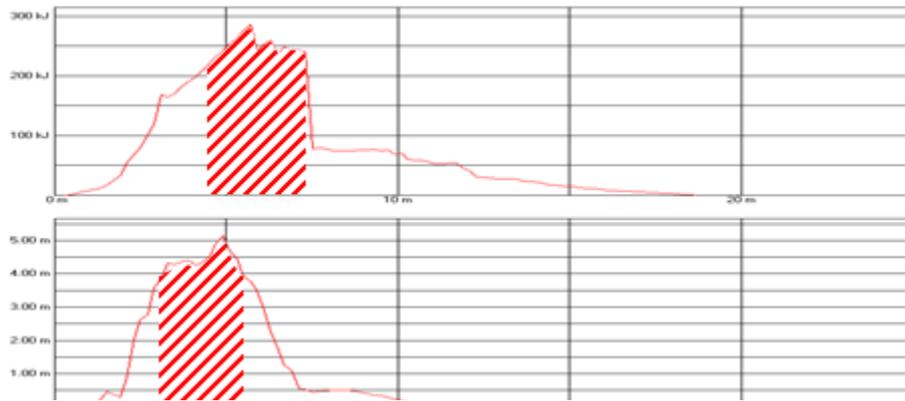


**Gambar 4** Profil lereng dan simulasi jatuhnya batu (100 batu). (Sumber: Analisa, 2013)

Dari gambar di atas maka dapat diproyeksikan lokasi batu akan bergulir dan berhenti setelah mencapai tanah yaitu dari 2 m sampai 10 meter dari kaki lereng. Sehingga dari sudut pandang jalan berkeselamatan, maka bila ada jalan yang berada di kaki lereng ini, jarak aman dari risiko jatuhnya batu maka bahu jalan tersebut direncanakan berlokasi lebih dari 10 meter dari kaki lereng.

Namun jika akan direncanakan jalan berada di sekitar kaki lereng, maka perlu dibuat tembok pengaman dengan kriteria kekuatan tembok pengaman dapat menahan energi kinetik jatuhnya batu dan ketinggiannya > dari tinggi pantul batu jika menyentuh tanah/pinggir lereng. Hal ini dapat diperoleh dengan melakukan simulasi energi kinetik batu yang jatuh memakai aplikasi Rocfall ini.

Setelah melakukan simulasi untuk 100 blok batu dengan diameter 0,5 m diperoleh kurva amplop untuk energi kinetik total dan tinggi pantulan batu terlihat pada gambar 5.



**Gambar 5** Kurva energi kinetik total dan tinggi pantulan batu 100 blok batu  $r = 0,5$  m  
(Sumber: Analisa, 2013)

Wilayah kritis energi kinetik dan tinggi pantulan dapat diketahui dengan melihat kurva amplop pada gambar 4.7. Dari gambar, wilayah dengan energi kinetik terbesar terjadi pada jarak 4,5 – 7 m, sedang untuk pantulan batu yaitu pada 3,5 – 5,5 m. Energi kinetik sudah mulai menurun pada jarak 7 m. Pada jarak sama diketahui pula tinggi pantulan batu juga sudah menurun. Oleh karena itu, perencanaan awal untuk lokasi struktur penahan yaitu pada jarak 7 m. Sebagai langkah awal, terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel pada jarak  $x = 7$  m untuk mengetahui secara jelas pola energi kinetik dan tinggi pantulan yang terjadi pada titik tersebut.

Dengan pengambilan sampel pada jarak  $x = 7$  m, simulasi untuk 100 blok dan 1000 blok batu jari-jari 0,5 m diperoleh histogram energi kinetik dan pantulan batu yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4** Perbandingan Hasil simulasi 100 dan 1000 blok batu  $r = 0,5$  m

Simulasi	100 batu ukuran 0,5 m	1000 batu ukuran 0,5 m
Energi kinetik maksimum	244,9 kJ	240,7 kJ
Energi kinetik minimum	0,5 kJ	0,1 kJ
Energi kinetik rata-rata	53,8 kJ	51,4 kJ
Tinggi pantulan maksimum	0,44 m	0,54 m
Tinggi pantulan minimum	M	0,15 m
Tinggi pantulan rata-rata	0,1 m	0,09 m
Energi Kinetik 80%	50 kJ	50 kJ
Tinggi pantulan 80%	0,25 m	0,2 m

(Sumber: Analisa, 2013)

Berdasarkan tabel 4. di atas, dapat diketahui bahwa hasil simulasi 100 dan 1000 blok batu untuk  $r = 0,5$  m tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Energi kinetik maksimum sekitar 240 kJ, dengan energi kinetik rata-rata yang tersebar pada sebagian besar batuan lebih

kurang 50 kJ. Sedangkan tinggi pantulan jika batu menyentuh tanah ataupun lereng bukit (dihitung secara tegak lurus dari permukaan) adalah sekitar 50 cm. Dari data data yang diperoleh ini maka tinggi tembok penahan kelongsoran batuan di tebing ini adalah 1 m (2x tinggi pantul batuan) dengan kekuatan tembok penahan 250 kJ (> 240 kJ energi kinetic maksimum batuan yang jatuh).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut nilai-nilai parameter lereng di Kloch untuk; Sudut gesek dinamik = 30°, Sudut gesek statik = 30° - 40°, Normal damping = 0,2 - 0,4, Tangensial damping = 0,8 - 0,95, dan *Rolling resistance* = 0,3. Adapun wilayah yang mungkin akan terkena resiko jatuhnya batuan di kaki lereng berkisar dari 5-10 m. Energi kinetik terbesar dari jatuhnya batu ini diperkirakan sebesar 240 kJ dengan tinggi pantul batuan setinggi 50 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ari S, Moelk, Poisel. 2012. An Alternative Approach for Mitigating Amstetten Rockfall Hazard in Austria.
- Ari S, Muhandi, dkk. 2009. Sistem pengambilan keputusan perbaikan dan pemeliharaan lereng berdasarkan prosedur manajemen aset.
- Dorren L., 2003. A review of rockfall mechanics and modelling approaches, Progress in Physical Geography.
- Guzzetti F., Crosta G., Detti R., Agliardi F., 2002. STONE: a computer program for the three-dimensional simulation of rock-falls. Computers and Geosciences.
- Hoek, E. 2005. Analysis of rockfall hazards. Available at <URL: [http://www.rocscience.com/hoek/corner/9\\_Analysis\\_of\\_rockfall\\_hazards.pdf](http://www.rocscience.com/hoek/corner/9_Analysis_of_rockfall_hazards.pdf)>
- Iau-Teh Wang dan Chin-Yu Lee. 2010. Influence of Slope Shape and Surface Roughness on the Moving Paths of a Single Rockfall.
- Papathanassiou G, Valkaniotis S, and Chatzipetros A. Rockfall susceptibility zoning and evaluation of rockfall hazard at the foot hill of mountain Orliagas, Greece
- Petje U, Ribicic M, Mikos M. 2005. Computer Simulation of Stone Falls and Rockfalls. Available at <URL: [giam.zrc-sazu.si/zbornik/05\\_AGS\\_45-2\\_PetjeRibicicMikos.pdf](http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/05_AGS_45-2_PetjeRibicicMikos.pdf)>
- Spang, R.M. 2001. Rockfall Simulation Program.
- Spang, R.M. Rockfall Barriers - Design and Practice in Europe.
- Tartarotti, Thomas. 2011. Standardized risk assessment of rock fall processes for protection planning. Available at <URL: <http://www.rocexs2011.at/Alle%20Final%20Versions/Session%204/Tartarotti.pdf>>

## PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK HDPE SEBAGAI AGREGAT PENGGANTI PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC – BC)

**Anissa Noor Tajudin**

Mahasiswa Pascasarjana  
Prodi Magister Sistem dan Teknik Transportasi,  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (62) 85719568090  
[nissatajudin@yahoo.com](mailto:nissatajudin@yahoo.com)

**Latif Budi Suparma**

Staf Pengajar  
Prodi Magister Sistem dan Teknik Transportasi,  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan,  
Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 524712  
[suparma@yahoo.com](mailto:suparma@yahoo.com)

### Abstract

People's mindset regarding to waste needs to be changed: Waste materials are actually a collection of "resources and products". With this mindset, many innovations of waste utilization will be developed. HDPE (High Density Polyethylene) is one type of plastic that is difficult to recycled and is used in large quantities for product packaging and others. This research was conducted to use HDPE plastic waste seeds as aggregate substitute in Asphalt Concrete-Binder Course (AC - BC) hotmix in order to get the solution of waste utilization. The variations of waste plastic seeds used are 0%, 25%, and 50% of the aggregate volume through sieve no. 4 and retained on the sieve No. 8 for every samples. Marshall and durability test were conducted for every variation. The results showed that the seeds could be used as aggregate substitute for fulfilling the specification from Direktorat Jendral Bina Marga.

**Keywords:** HDPE plastic waste, hotmix, AC - BC, Marshall

### Abstrak

Pola pikir masyarakat mengenai sampah perlu diubah: sampah sesungguhnya merupakan kumpulan "bahan baku dan produk". Dengan pola pikir seperti ini, tentunya akan berkembang inovasi-inovasi dalam hal pemanfaatan sampah. HDPE (High Density Polyethylene) adalah salah satu jenis plastik yang sulit didaur ulang dan jumlah pemakaiannya cukup besar seperti untuk kemasan berbagai jenis produk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi penggunaan biji limbah plastik HDPE sebagai agregat kasar pengganti pada campuran panas Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) sehingga didapat solusi pemanfaatan limbah. Variasi biji limbah plastik yang digunakan adalah sebesar 0%, 25%, dan 50% terhadap volume agregat yang lolos saringan no. 4 dan tertahan no. 8 pada setiap benda uji. Pengujian Marshall dan ketahanan terhadap air dilakukan pada setiap variasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji limbah plastik HDPE dapat digunakan sebagai agregat pengganti karena memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6.

**Kata Kunci:** Limbah Plastik HDPE, campuran panas, AC - BC, Marshall

## PENDAHULUAN

Pola pikir masyarakat mengenai sampah perlu diubah: sampah sesungguhnya merupakan kumpulan "bahan baku dan produk". Dengan pola pikir seperti ini, tentunya akan berkembang inovasi-inovasi dalam hal pemanfaatan sampah. Langkah pemanfaatan sampah dapat dimulai dengan produk yang terkait dengan kebutuhan skala tinggi, seperti infrastruktur jalan raya. Jalan raya merupakan sarana utama lalu lintas yang sangat diperlukan untuk transportasi dan kelancaran roda perekonomian, oleh karena itu kondisi dan penggunaannya harus diperhatikan. Sulitnya mengurangi jumlah pemakaian kendaraan bermotor menyebabkan perlu adanya jalan keluar lain yang harus dipikirkan untuk

meminimalisir kerusakan jalan lebih lanjut dan juga mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan. Salah satu cara dalam mengatasi kerusakan jalan yang terjadi lebih awal adalah dengan memperbaiki kinerja campuran agregat dan aspal yaitu memodifikasi dengan cara menggunakan bahan tambah atau menggunakan alternatif material lain sebagai pengganti komponen campuran.

Pokok permasalahan yang akan didalami melalui penelitian ini adalah karakteristik Marshall pada campuran AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan penggunaan biji limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) sebagai agregat pengganti pada campuran panas gradasi rapat sesuai spesifikasi yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga sehingga dapat diketahui Kadar Aspal Optimum untuk memberikan hasil yang terbaik. Variasi biji limbah plastik yang digunakan adalah sebesar 0%, 25%, dan 50% terhadap volume agregat yang lolos saringan no. 4 dan tertahan no. 8. Biji limbah plastik yang digunakan diperoleh dari industri plastik PT. Inti Indah Plasindo yang terletak di Solo dan bergerak di bidang produksi rafia. Biji limbah plastik ini merupakan hasil peleburan dari limbah plastik HDPE yang dicetak lalu dipecah-pecah menjadi bentuk pelet dengan mesin crusher.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data mengenai kualitas perkerasan ditinjau terhadap sifat Marshall apabila digunakan biji limbah plastik sebagai agregat kasar pengganti. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah plastik yang ada dengan memperkirakan jumlah limbah yang dapat digunakan, sehingga menjadi jawaban optimal untuk meminimalkan penipisan sumber daya, degradasi lingkungan, dan konsumsi energi yang disebabkan baik dari limbah itu sendiri maupun dari proses penggalan agregat.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Plastik HDPE (High Density Polyethylene)**

Poliethilen adalah salah satu di antara bermacam-macam jenis plastik yang banyak sekali digunakan. Bahan termoplastik ini keras dan dapat dibuat kaku ataupun lemas. HDPE merupakan jenis poliethilen dengan tingkat kerapatan yang tinggi sehingga bahan ini tahan terhadap panas, dingin, air, cuaca, goresan, serta merupakan bahan isolator yang sangat baik. Pemanfaatan plastik jenis HDPE cukup banyak meliputi pembuatan pipa dan tabung, lapisan kabel listrik, botol-botol yang kaku, dan kemasan produk lainnya (Schwarz, 1986).

### **Lapisan AC – BC (Asphalt Concrete – Binder Course)**

Beton aspal (AC) merupakan salah satu jenis lapis perkerasan lentur yang terdiri dari campuran aspal dan agregat bergradasi menerus (*dense graded*) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu dan merupakan lapisan permukaan yang terletak di bawah *wearing course* (Oglesby & Hicks, 1996).

### **Karakteristik Campuran AC – BC**

Tujuh karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah: stabilitas, keawetan (durabilitas), kelenturan (fleksibilitas), ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan / ketahanan geser, kedap air (impermeabilitas) dan kemudahan pelaksanaan (Sukirman, 2003).

### Pengujian Campuran Metode Marshall

Pengujian Marshall dikembangkan pertama kali di Missisipi Highway Department oleh Bruce Marshall (1939) dan kemudian disempurnakan oleh Insinyur dari Watering Experiment Station (WES) pada tahun 1943. (Roberts dkk, 1991).

Pengujian Marshall dilakukan dengan mengukur resistensi terhadap penerapan beban pada spesimen silinder berdiameter 4 inchi dan tinggi 2.5 inchi. Dua nilai diukur dari uji Marshall: nilai stabilitas yang didapat dari beban yang diperlukan untuk gagal sampel, dan nilai *flow* yang didapat dengan mengukur distorsi vertikal yang dibutuhkan untuk gagal sampel.

## METODOLOGI

### Pemeriksaan Karakteristik Bahan Campuran

Pemeriksaan dilakukan terhadap agregat, *filler*, aspal, dan biji limbah plastik. Pemeriksaan dilakukan untuk mendapatkan bahan penyusun campuran yang memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6. Pemeriksaan dilakukan dengan mengacu pada prosedur SNI dan AASHTO.

### Perancangan Gradasi Agregat

Rancangan gradasi dan campuran agregat kontrol mengacu pada spesifikasi yang terdapat dalam Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6 untuk lapisan AC – BC dengan hasil rancangan disajikan pada Tabel 1.

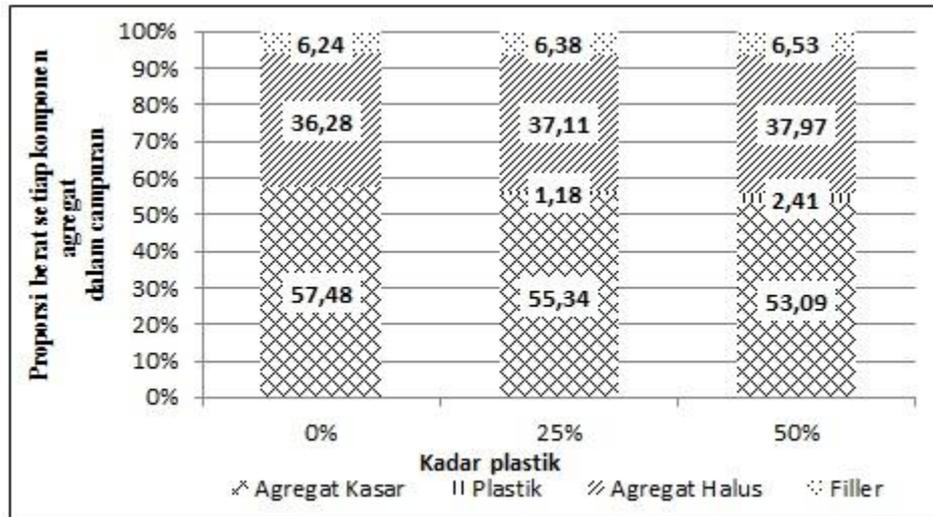
**Tabel 1** Rancangan Gradasi dan Komposisi Agregat untuk Campuran

Bahan	Saringan		Spesifikasi Lolos (%)			Tinggal Di Atas (%)	Jumlah Menurut Spesifikasi	
	mm	#	Min	Maks	Target		Tinggal (%)	(gram)
Agregat Kasar 57,48 %	25,4	1"	100	100	100	0		
	19,1	3/4"	90	100	95	5	4,94	54
	12,7	1/2"	74	90	82	18	12,84	141
	9,52	3/8"	64	82	73	27	8,89	98
	4,76	# 4	47	64	55,5	44,5	17,28	190
	2,36	# 8	34,6	49	41,8	58,2	13,53	149
Agregat Halus 36,28 %	1,18	#16	28,3	38	33,15	66,85	8,77	96
	0,59	# 30	20,7	28	24,35	75,65	8,92	98
	0,279	# 50	13,7	20	16,85	83,15	7,60	84
	0,149	# 100	4	13	8,5	91,5	8,46	93
	0,074	# 200	4	8	6	94	2,53	28
Filler 6,24 %	PAN					100	6,24	69

### Variasi Plastik dan Gradasi Baru Campuran

Dalam penelitian ini variasi agregat lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan No. 8 yang digantikan oleh limbah plastik adalah sebanyak 2 jenis, yaitu 25% dan 50% terhadap volume yang seharusnya ditempati agregat lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan No. 8.

Setelah menghitung jumlah plastik yang diperlukan, maka gradasi campuran yang digunakan dalam penelitian kali ini berdasarkan variasi plastik disajikan dalam bentuk grafik batang proporsi berat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Persentase Komponen Campuran

### Perhitungan Kadar Aspal Optimum Perkiraan

Variasi kadar aspal yang digunakan untuk setiap variasi plastik adalah -1%;-0,5%;Pb;+0,5%;+1%. Kadar Aspal Optimum perkiraan ditentukan dengan persamaan :

$$Pb = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K(1)$$

Dengan :

- Pb : Perkiraan kadar aspal optimum, (%)
- CA : Nilai persentase agregat kasar lolos saringan no. 4 dan tertahan no. 8, (%)
- FA : Nilai persentase agregat halus, (%)
- FF : Nilai persentase filler, (%)
- K : Konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0)

### Pengujian Marshall

Setelah pembuatan benda uji selesai kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui nilai stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) dari campuran.

Dalam pengujian ini lamanya perendaman benda uji dalam *water bath* dengan suhu tetap 60°C (± 1°C) adalah selama 30 menit dan 24 jam. Dari hasil pengujian akan diperoleh hasil berupa parameter-parameter sifat Marshall dan karakteristik volumetriknya.

### Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode *Narrow Range*

Kadar Aspal Optimum ditentukan dengan metode *narrow range*, yaitu menempatkan batas-batas spesifikasi campuran pada grafik hubungan antara kadar aspal dengan nilai sifat campuran seperti densitas, VMA, VITM, VFWA, stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Kadar Aspal Optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran.

### Pengujian Nilai Stabilitas Sisa

*Retained Marshall Stability* (RMS) digunakan untuk menunjukkan stabilitas sisa benda uji akibat pengaruh air. Nilai ini didapat dengan membandingkan nilai stabilitas perendaman standar dengan perendaman 24 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Bahan Penyusun Campuran

Agregat serta *filler* yang digunakan untuk campuran (AC-BC) berasal dari Desa Clereng, Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. Biji limbah plastik yang digunakan merupakan plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) yang didapat dari PT. Inti Indah Plasindo Solo dan aspal yang digunakan adalah aspal Pertamina Pen 60/70. Hasil pemeriksaan bahan penyusun campuran disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Karakteristik-karakteristik yang diuji telah memenuhi Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6.

**Tabel 2** Hasil Pemeriksaan Fisik Agregat dan Biji Plastik

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Satuan	Keterangan
Agregat Kasar					
1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maks 40	21,02	%	Memenuhi
2	Kelekatan Terhadap Aspal	Min 95	98	%	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,735	g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 3	1,76	%	Memenuhi
Agregat Halus					
1	Absorpsi	Maks 3	1,15	%	Memenuhi
2	Sand Equivalent	Min 60	80	%	Memenuhi
3	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,763	g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
Filler					
1	Berat Jenis Semu	Min 2,5	2,747	g/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
Biji Limbah Plastik					
1	Berat Jenis	-	0,889	g/cm <sup>3</sup>	-

**Tabel 3** Hasil Pemeriksaan Fisik Aspal

No.	Jenis Pengujian	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi pada 25°C (dmm)	60-70	67,6	Memenuhi
2	Titik lembek (°C)	≥48	48,5	Memenuhi
3	Indeks penetrasi	≥-1	≥-1	Memenuhi
4	Daktilitas pada 25°C (cm)	≥100	≥100	Memenuhi
5	Titik nyala (°C)	≥232	346	Memenuhi
6	Kelarutan dalam Toluene (%)	≥99	99,35	Memenuhi
7	Berat jenis	≥1,0	1,03	Memenuhi

### **Karakteristik Campuran AC – BC**

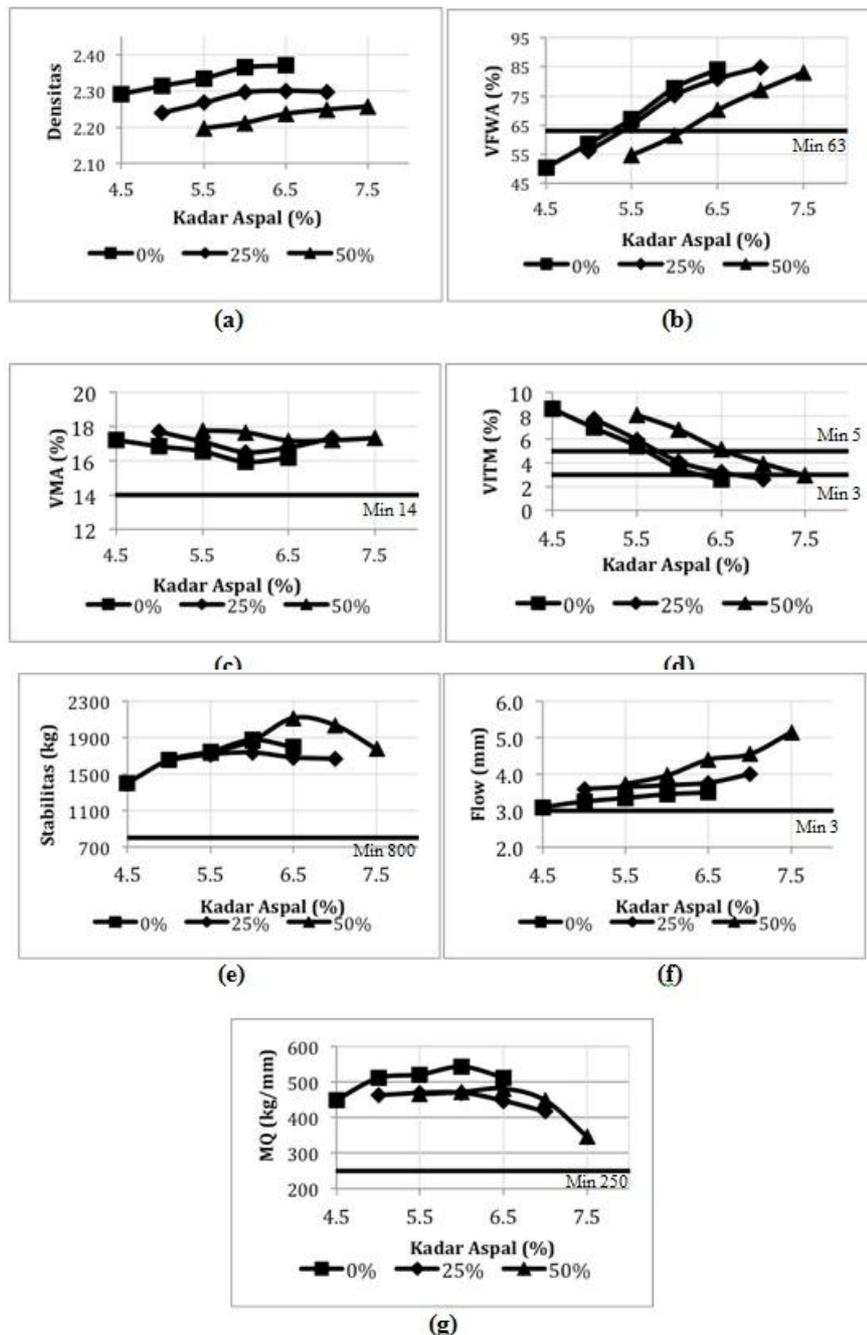
Persyaratan sifat-sifat campuran untuk lapisan AC – BC disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Persyaratan Campuran AC – BC

Sifat Sifat Campuran	Min	Max
Jumlah Tumbukan Per Bidang	75	
Rongga Dalam Campuran/VITM (%)	3,0	5,0
Rongga dalam Agregat/VMA (%)	14	-
Rongga Terisi Aspal/VFWA (%)	63	-
Stabilitas Marshall (Kg)	800	-
Flow (mm)	3	-
Marshall Quotient (Kg/mm)	250	-
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah Perendaman selama 24 jam, 60oC	90	-

Sumber : Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6

Hasil pengujian Marshall pada setiap variasi biji limbah plastik dan hubungannya dengan kadar aspal diplotkan ke dalam grafik pada Gambar 2.



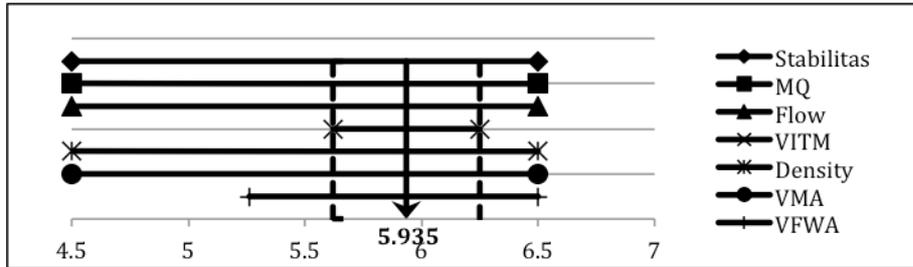
**Gambar 2.** Hubungan Kadar Aspal dengan (a) Densitas, (b) VFA, (c) VMA, (d) VITM, (e) Stabilitas, (f) Flow, (g) MQ

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai densitas, VMA, stabilitas, flow dan MQ sudah memenuhi spesifikasi. Sedangkan pada VITM dan VFA, ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi baik itu di bawah ataupun di atas spesifikasi. Hal ini terjadi pada pengujian yang dilakukan dengan kadar aspal 4,5% pada variasi plastik 25%, data VITM yang didapatkan pada tahap pertama berada jauh di atas batas maksimal sedangkan pada kadar aspal 6,5% angka VITM belum melewati batas minimal sehingga Kadar Aspal Optimum tidak bisa ditentukan karena tidak bisa didapat nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat campuran. Akhirnya peneliti melakukan trial dengan

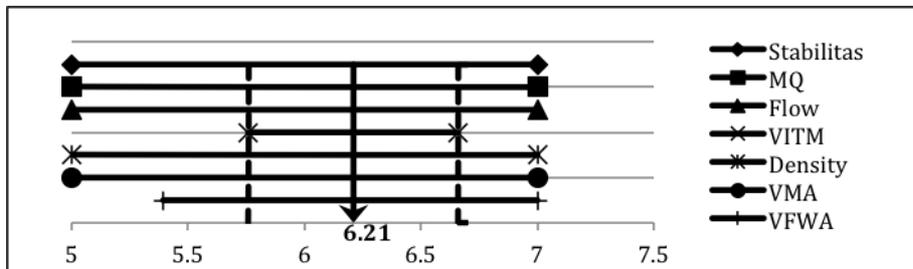
menambah kadar aspal sehingga Kadar Aspal Optimum bisa didapat dengan metode *narrow range*.

**Penentuan Kadar Aspal Optimum dengan Metode *Narrow Range***

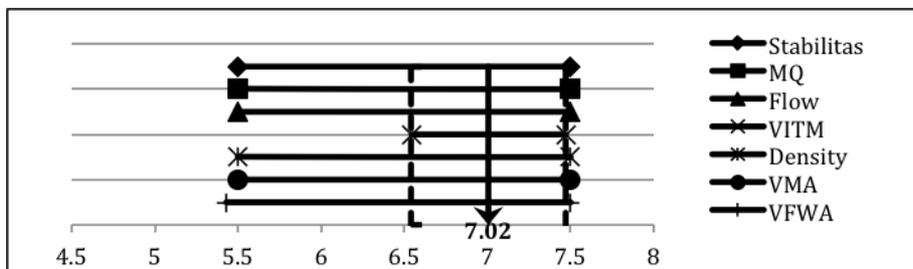
Gambar 3 sampai dengan Gambar 5 menunjukkan wilayah dari kadar aspal yang nilai masing-masing karakteristik campuran memenuhi spesifikasi Bina Marga sehingga KAO dapat ditentukan



**Gambar 3** *Narrow Range* KAO Plastik 0%



**Gambar 4** *Narrow Range* KAO Plastik 25%



**Gambar 5** *Narrow Range* KAO Plastik 50%

Kadar Aspal Optimum diambil pada nilai tengah kadar aspal yang memenuhi syarat dan dilakukan pembulatan ke atas. Hasil penentuan KAO yang disajikan pada Tabel 5.

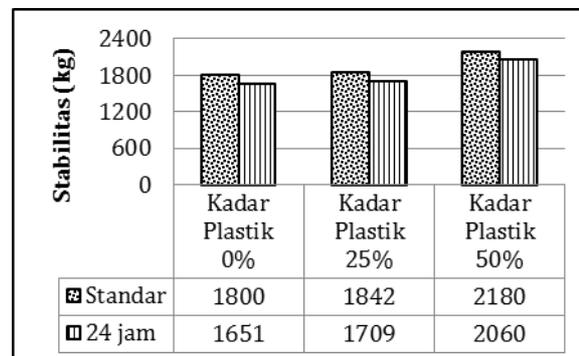
**Tabel 5** Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Berbagai Variasi Limbah Plastik

Variasi Limbah Plastik	KAO
0 %	6 %
25 %	6,3 %
50 %	7,1 %

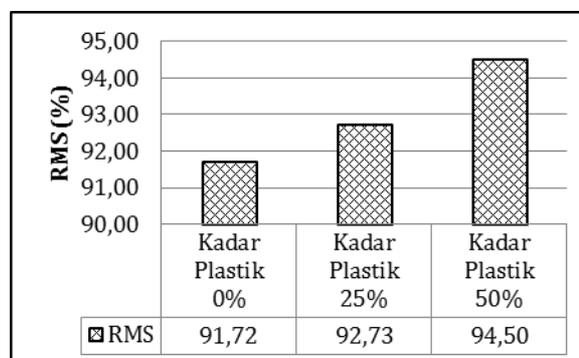
**Perendaman Standar dan 24 Jam**

Pada nilai Kadar Aspal Optimum masing-masing variasi limbah plastik yang sudah didapat melalui metode *narrow range*, dibuat lagi benda uji dengan Kadar Aspal Optimum untuk perendaman standar dan 24 jam dalam *water bath* untuk kemudian diuji Marshall. Hasil

pengujian stabilitas Marshall dan *Retained Marshall Stability* (RMS) diplotkan dengan grafik batang pada Gambar 6 dan Gambar 7. Perendaman ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi di lapangan apabila perkerasan terpengaruh oleh air.



Gambar 6. Nilai Stabilitas Perendaman



Gambar 7. Nilai RMS

Pada grafik stabilitas, semakin lama waktu perendaman, maka nilai stabilitas akan semakin menurun pada setiap variasi limbah plastik. Penurunan nilai stabilitas ini terjadi karena semakin lama campuran terendam air, maka ikatan antar agregat pada campuran akan berkurang dan menyebabkan sifat adhesi maupun kohesi campuran berkurang, sehingga stabilitasnya menurun. Penggunaan limbah plastik akan meningkatkan nilai stabilitas pada waktu perendaman yang sama. Hal ini dapat terjadi karena sifat plastis dari plastik sehingga pada saat pemadatan plastik akan berfungsi sebagai pengunci agregat-agregat kasar.

Nilai RMS (*Retained Marshall Stability*) dalam pengujian ini digunakan untuk menunjukkan stabilitas sisa terhadap stabilitas awal akibat pengaruh air. Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6 mensyaratkan nilai RMS yaitu sekurang-kurangnya 90%, karena pada nilai tersebut campuran dinilai cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air. Dari hasil pengujian yang diplotkan pada grafik batang Gambar 3, nilai RMS pada semua variasi limbah plastik sudah berada di atas spesifikasi. Penggunaan limbah plastik menghasilkan kenaikan nilai RMS.

### Pembahasan Kelayakan

Analisa kelayakan penggunaan limbah plastik ditinjau dari beberapa aspek pertimbangan, antara lain aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan. Berdasarkan data-data yang didapat dari hasil penelitian, ketiga variasi limbah plastik layak secara teknis karena memenuhi

spesifikasi. Penggunaan biji limbah plastik akan mengurangi biaya yang harus dikeluarkan pemerintah dalam hal pembuangan limbah padat, karena biji limbah plastik dihasilkan melalui proses *recycling* dan *reuse*. Dengan digunakannya biji limbah plastik dalam volume yang cukup besar untuk suatu konstruksi perkerasan, maka diperoleh suatu solusi penanganan limbah plastik secara signifikan. Perhitungan sederhana kuantitas limbah plastik yang dapat digunakan dalam perkerasan adalah sebagai berikut:

Dalam campuran AC-BC dengan variasi kadar limbah plastik sebesar 50%, berat limbah plastik adalah sebanyak 2,41% dari total berat campuran. Dengan demikian setiap 1 m<sup>3</sup> campuran AC-BC yang memiliki berat jenis 2,34 gr/cm<sup>3</sup> atau 2.340 kg akan menggunakan biji limbah plastik sebanyak 2,41% x 2340 kg = 56,39 kg. Sehingga, untuk campuran AC-BC dengan tebal perkerasan 5 cm dapat menggunakan 2,8 kg limbah plastik per-m<sup>2</sup> perkerasan (56,39 x 5 / 100). Dengan demikian, setiap km panjang jalan (per 1 m lebar dengan tebal perkerasan 5 cm) dapat menggunakan 2,8 ton limbah plastik.

## KESIMPULAN

1. Biji limbah plastik HDPE dapat digunakan sebagai agregat pengganti untuk agregat yang lolos saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 8 karena nilai volumetrik dan Marshall masih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6 pada semua variasi kadar plastik yang diuji.
2. Nilai stabilitas cenderung meningkat bila kadar plastik meningkat. Nilai stabilitas tertinggi adalah pada kadar plastik 50% yaitu sebesar 2180 kg pada perendaman 30 menit dan 2060 kg pada perendaman 24 jam.
3. Nilai RMS mengalami peningkatan bila kadar aspal meningkat. Nilai RMS tertinggi didapat pada kadar plastik 50% yaitu sebesar 94,5%.
4. Campuran layak digunakan ditinjau dari aspek teknis, lingkungan, dan ekonomi

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6*. Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia.
- Oglesby, C.H. and Hicks, R.G. 1996. *Highway Engineering*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Roberts, F.L., Kandhal, P.S., Brown, E.R., Lee, D.Y., and Kennedy, T.W. (1991). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, And Construction*. Maryland: NAPA Education Foundation.
- Schwartz, W.M. 1986. "Plastik". Dalam *Ilmu Pengetahuan Populer (terjemahan)*. Jilid 10. London: Grolier International Inc, h. 75-80.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.

# PENGGUNAAN HAMMER TEST DAN UJI CBR<sub>LAPANGAN</sub> UNTUK MENGEVALUASI DAYA DUKUNG PONDASI CEMENT TREATED BASE (CTB)

**Slamet Widodo**

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. DR. Hadari Nawawi,  
Pontianak 78124  
slamet@engineer.com

## **Abstract**

High intensity of rainfall in tropical region causes the subgrade often getting a deterioration of soil support that influences the pavement performance on it. Therefore, in the Kalimantan West province the type of pavement, rigid pavement, was widely applied. In this paper a study regarding with a evaluation of pavement using Cement Treated Base on link of Simpang-1 Belintang – Belintang in Sekadau regency with applying a Hammer test and CBR test on the field was already undertaken which the result as a second opinion of academic contribution. The results suggest that the pavement is still a good performance to serve road traffic which compression strength was above 125 kg/cm<sup>2</sup> and the CBR test was above 125%.

**Keywords:** *Intensity of rainfall, Subgrade; CTB; Hammer test; Compressive strength.*

## **Abstrak**

Intensitas curah hujan yang tinggi pada daerah tropis menyebabkan tanah dasar sering mengalami kemunduran dalam hal daya dukungnya sehingga berdampak pada kinerja perkerasan yang berada di atasnya. Menyadari hal tersebut, di provinsi Kalimantan Barat penggunaan perkerasan kaku berupa campuran agregat dan semen berkembang sangat pesat. Pada makalah ini, suatu studi berupa evaluasi daya dukung cement treated base (CTB) pada ruas Simpang-1 Belintang – Belintang, kabupaten Sekadau menggunakan Hammer Test dan juga CBR<sub>Lapangan</sub> dilakukan sebagai second opinion selaku akademisi. Dari hasil pengujian Hammer Test menunjukkan bahwa CTB dalam kondisi baik untuk melayani lalu lintas yang mana kuat tekan di atas persyaratan yang ditetapkan sebesar 125 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai CBR lebih dari 125%.

**Kata Kunci:** *Curah hujan, Tanah dasar; CTB; Hammer test; Kuat tekan.*

## **INTRODUCTION**

Perkembangan penggunaan perkerasan kaku di provinsi Kalimantan Barat sangat pesat. Hal ini dikarenakan perkerasan lentur tidak tahan terhadap pengaruh air baik penurunan daya dukungnya pada material agregat akibat terendam air dan juga pengaruhnya terhadap kelekatan pada material campuran aspal. Di daerah beriklim tropis sebagaimana kota Pontianak dan kota-kota lain di wilayah provinsi Kalimantan Barat dengan intensitas curah hujan yang tinggi (melebihi 300 mm per hari), selain itu juga adanya tanah lunak di beberapa tempat dengan daya dukung yang rendah serta drainase yang buruk karena level muka air tanah sangat tinggi, maka diperlukan jenis perkerasan yang tahan terhadap situasi tersebut diatas.

Istilah betonisasi muncul dikarenakan hampir semua jalan-jalan lingkungan khususnya di kota Pontianak menerapkan lapisan beton sebagai perkerasan jalan. Efek ini menjalar tidak hanya pada jalan lingkungan, pada akses jalan perkebunan dimana lahan kelapa sawit menjadi unggulan pada sektor perkebunan sesuai data BKPM, 2014 [1]. juga menerapkan perkerasan kaku dengan menggunakan CTB sebagai pondasi.

### Tujuan Penelitian

Pengujian menggunakan Hammer test dan uji CBR Lapangan dimaksudkan untuk memeriksa mutu perkerasan pondasi jenis Cement Treated Base (CTB) yang telah melayani lalu lintas lebih dari setahun pada lokasi studi.

## LITERATURE REVIEW

### Umum

Perkerasan jalan raya terdiri dari 2 (dua) jenis. Jenis pertama adalah perkerasan lentur dan yang kedua adalah perkerasan kaku. Adapun fungsi utama dari perkerasan adalah mendistribusikan tegangan yang diakibatkan beban lalu-lintas berasal dari roda kendaraan dan selanjutnya didistribusikan ke tanah dasar.

Pada jenis perkerasan lentur umumnya terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Berurutan dari atas ke bawah adalah lapis permukaan (Surface course), kemudian Lapis Pondasi Atas (Base Course) dan Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course) selanjutnya adalah Tanah Dasar (Subgrade) seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang Perkerasan Lentur [2]

Sementara itu, pada perkerasan kaku, Lapis Pondasi khususnya Lapis Pondasi Atas umumnya ditambahkan semen dengan maksud mengikat butiran/aggregate agar tidak mudah terlepas/segregasi ketika menerima pembebanan lalu-lintas, selain itu dengan menambahkan semen berdampak meningkatkan modulus elastisitas bahan tersebut.

### Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas Bahan

Material beton sangat handal untuk tegangan tekan, namun tidak demikian halnya pada tegangan tarik. Aplikasi beton pada perkerasan kaku dianjurkan mempunyai kuat lentur tarik ( $M_{R28}$ ) pada umur 28 hari sebesar  $40 \text{ kg/cm}^2$ , namun dalam keadaan terpaksa minimal  $30 \text{ kg/cm}^2$ . Konversi ke kuat tekan ( $\sigma'_{b28}$ ) dapat dilakukan sesuai Persamaan 1 berikut [3]:

$$M_{R28} = \sigma'_{b28} / 11 + 9 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{atau } \sigma'_{b28} = (M_{R28} - 9) \times 11 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Mengikuti pendekatan diatas jika kuat lentur tarik ( $M_{R28}$ ) sebesar  $30 \text{ kg/cm}^2$  maka kuat tekan ( $\sigma'_{b28}$ ) minimum beton yang diperlukan untuk perkerasan kaku adalah  $231 \text{ kg/cm}^2$ . Pada perkerasan lentur, Lapis Pondasi Atas dapat distabilisasi dengan semen dengan maksud untuk meningkatkan modulus elastisitas bahan, yang mana tergantung dengan kadar semen yang diberikan dalam material tersebut. Tabel 1 berikut menunjukkan

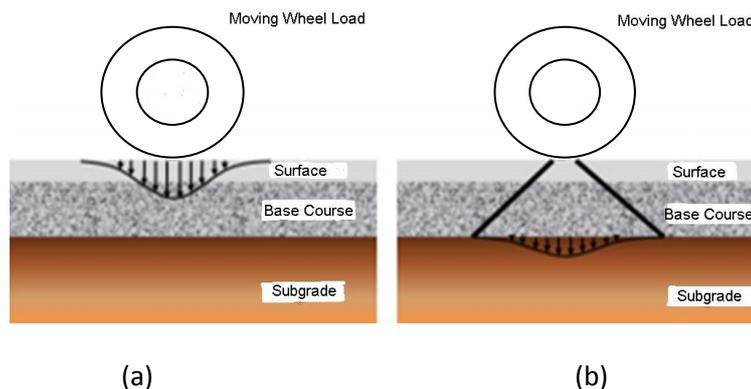
beberapa modulus elastisitas bahan/material yang distabilisasi baik menggunakan semen ataupun aspal.

Tabel 1. Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas Lapis Pondasi [3]

Jenis Bahan	Modulus elastisitas		
	GPa	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
Material Berbutir/agregat	0,055-0,138	8000-20000	565-1410
Lapis Pondasi distabilisasi semen	3,5-6,9	50000-1000000	35210-70420
Tanah distabilisasi semen	2,8-6,2	40000-900000	28170-63380
Lapis Pondasi diperbaiki aspal	2,4-6,9	350000-1000000	24650-70420
Lapis Pondasi diperbaiki aspal emulsi	0,28-2,1	40000-300000	2815-21125

### 2.3. Distribusi Tegangan

Tegangan yang berada pada permukaan perkerasan (Surface course) berasal dari roda kendaraan standard umumnya berkisar 550-700 kPa (5,5-7 kg/cm<sup>2</sup>).Sementara itu, tegangan pada tanah dasar/subgrade umumnya jauh lebih rendah berkisar 30-120 kPa. Gambar 2 menunjukkan tegangan pada permukaan perkerasan lentur dan pada permukaan tanah dasar yang mana tegangan didistribusikan ke bawah dengan memebentuk sudut 45°.



Gambar 2. Distribusi tegangan pada perkerasan lentur

Pada perkerasan kaku, tegangan yang didistribusikan ke tanah dasar mempunyai luasan yang lebih besar sehingga tegangannya pada permukaan tanah dasar menjadi jauh lebih kecil. Hal ini disebabkan modulus elastisitas bahan perkerasan kaku lebih besar. Distribusi tegangan pada tanah dasar seluas lingkaran dengan radius kekakuan relatif [4] sesuai ketebalan dan modulus elastisitas bahan serta modulus kekakuan relatif tanah dasar.

$$l = \sqrt{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

$l$  = radius kekakuan relatif

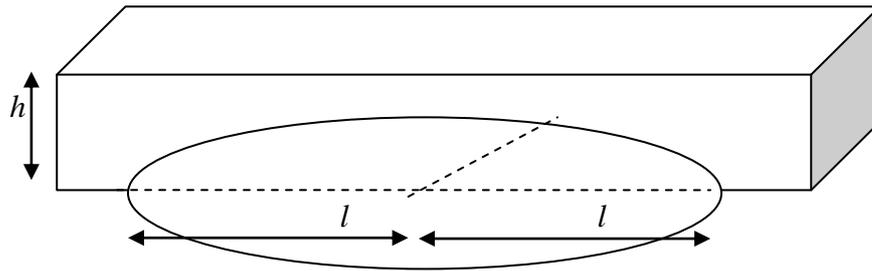
$E$  = modulus elastisitas pelat

$h$  = tebal pelat

$\mu$  = poisson rasio

$k$  = modulus reaksi tanah dasar

Gambar 3 berikut menunjukkan radius kekakuan relatif pelat beton.



Gambar 3. Radius kekakuan relatif pelat

## METODE PENGUJIAN

Evaluasi kekuatan atau daya dukung pondasi CTB dilakukan dengan menggunakan Hammer Test untuk mengetahui kuat tekan pelat. Selain itu pengujian menggunakan  $CBR_{Lapangan}$  dilakukan untuk mengetahui daya dukungnya sesuai parameter CBR.

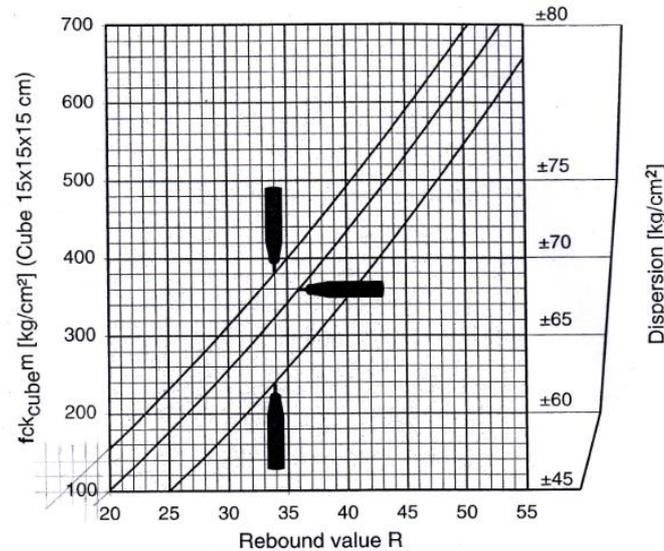
### Hammer Test

Sebagaimana disebutkan dalam ketentuan pada Pekerjaan Pemeliharaan Jalan Simpang SP 1 Belitang- Belitang, Kecamatan Belitang, Kabupaten Sekadau bahwa lapis pondasi berupa Cement Treated Base (CTB) dengan kuat tekan K-125. Pengujian kuat tekan menggunakan Hammer model N/NR dimana terdapat 5 titik pemeriksaan kuat tekan yang telah dilakukan pada peninjauan lapangan, diambil secara acak baik arah tegak lurus maupun horizontal seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian menggunakan Hammer Model N/NR

Hasil bacaan rata-rata selanjutnya di plotkan mengikuti kurva dalam Gambar 5 untuk mendapatkan kuat tekan rerata.



Gambar 5. Kurva Pembacaan Hammer Model N/NR

Adapun kuat tekan hasil pemeriksaan lapangan sesuai bacaan selanjutnya dirangkum dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuat Tekan berdasarkan Hammer Test

Lokasi		Arah Pengujian	Bacaan			Kuat Tekan rerata (Kg/cm <sup>2</sup> )
No.	STA		Nilai bacaan	Max/Min	Rerata	
1	0+020	Horizontal	19,26,20,19,18,18,17,20,18	26/17	19,4	90
2	0+050	Vertikal	18,26,20,24,32,19,20,36,25	36/19	24,4	225
3	0+080	Vertikal	16,16,20,20,14,16,20,16,14	20/14	16,9	110
4	0+087	Horizontal	18,18,22,17,20,16,19,20,20	22/16	18,9	80
5	0+600	Vertikal	22,20,20,20,22,16,22,18,20	22/16	20	160
Nilai rerata						<b>133</b>

### CBR Lapangan

Selain pengujian kuat tekan pada lapis pondasi menggunakan Hammer Test, pemeriksaan daya dukung Lapis Pondasi dengan uji CBR<sub>Lapangan</sub> juga dilakukan pada 3 (tiga) titik. Pengujian CBR<sub>Lapangan</sub> sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian CBR<sub>Lapangan</sub>

Adapun hasil pengujian CBR<sub>Lapangan</sub> sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya Dukung Lapis Pondasi dengan uji CBR<sub>Lapangan</sub>

Lokasi			CBR (%)	Keterangan
No	STA	Posisi		
1	0+500	Kiri	-	Dial penetrasi tak stabil
2	0+800	Tengah	127,15	OK
3	0+810	Kanan	137,46	OK

## HASIL DAN ANALISIS DATA

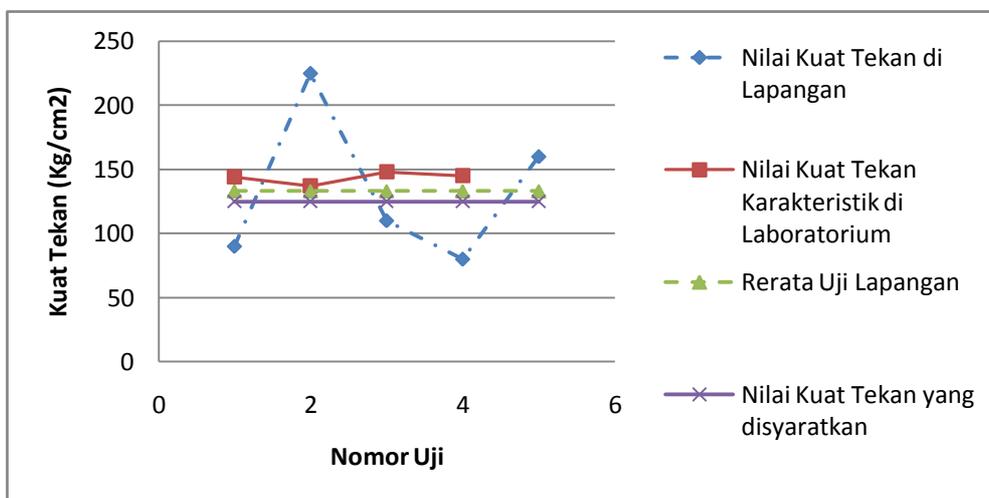
### Kuat Tekan

Perbandingan kuat tekan pemeriksaan di lapangan menggunakan Hammer Test dan Uji Tekan kubus (sesuai hasil laporan pengujian kubus beton) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kuat Tekan di Lapangan dan Laboratorium

Hammer Test Lapangan			Uji Kubus Laboratorium		
Lokasi	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tanggal Test	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )		Tanggal Test
	$\sigma_{bm}$		$\sigma_{bm}$	$\sigma_{bk}$	
0+020	90	22-03-2014	153,33	144,53	24-09-2012
0+050	225	22-03-2014	149,44	137,04	07-10-2012
0+080	110	22-03-2014	159,72	148,32	09-10-2012
0+087	80	22-03-2014	154,88	145,32	29-10-2012
0+600	160	22-03-2014	-	-	-

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian sebelumnya bahwa tegangan yang diakibatkan oleh roda kendaraan bus/truk pada permukaan perkerasan berkisar 5,5-7 kg/cm<sup>2</sup>. Gambar 4 menunjukkan kuat tekan rerata pada uji kubus di laboratorium, kuat tekan rerata sesuai pemeriksaan lapangan menggunakan hammer test dan kuat tekan karakteristik/yang disyaratkan yang diperlukan.



Gambar 4. Perbandingan Kuat Tekan

Kuat tekan terkecil hasil pemeriksaan lapangan adalah  $80 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai ini adalah yang terkecil walaupun masih jauh di atas beban roda kendaraan yang berkisar  $5,5\text{-}8,0 \text{ kg/cm}^2$ , sementara itu kuat tekan rerata hasil pengujian lapangan adalah  $113 \text{ kg/cm}^2$  dimana lebih kecil dari kuat tekan yang disyaratkan sebesar  $125 \text{ kg/cm}^2$ . Dari 5 (lima) titik sampel yang diambil secara acak ada 2 (dua) nilai kuat tekan lebih besar dari kuat tekan yang disyaratkan sebesar  $125 \text{ kg/cm}^2$  dan 3 titik berada dibawah nilai tersebut.

Pengujian kuat tekan arah horizontal memberikan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian arah vertikal, hal ini karena permukaan perkerasan pada pengujian arah horizontal tidak rata disebabkan pengaruh pemasangan mal saat pengecoran. Oleh karena itu nilai kuat tekan pada arah vertikal lebih mewakili, yang mana ada 3 nilai yaitu 225, 110 dan  $160 \text{ kg/cm}^2$  atau nilai rerata sebesar  $165 \text{ kg/cm}^2$ . Jika dibandingkan dengan nilai rerata uji lab (sesuai Tabel 4) dimana kuat tekan rerata untuk 4 benda uji berada pada range  $153,33 \text{ s/d } 159,72 \text{ kg/cm}^2$  dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai rerata kuat tekan arah vertikal uji lapangan sebesar  $165 \text{ kg/cm}^2$ . Jika mengacu secara statistik diperlukan 20 titik pengujian untuk mendapatkan nilai standar deviasi yang representatif. Namun pada pengujian ini hanya ada 3 titik pengujian khususnya arah vertikal yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai rerata kuat tekan beton.

Standar deviasi pada pengujian di laboratorium adalah  $\max 7,5 \text{ kg/cm}^2$ . Sementara nilai standar deviasi uji lapangan untuk 3 titik pengujian adalah  $59,16 \text{ kg/cm}^2$ . Jika menggunakan nilai standar deviasi hasil uji di laboratorium maka kita dapat menentukan kuat tekan karakteristik pengujian lapangan sebesar nilai rerata dikurangi 1,64 kali nilai standar deviasi yakni kuat tekan karakteristik beton sebesar  $165 - 1,64 \times 7,5 = 152,7 \text{ kg/cm}^2$  yang mana lebih besar dari kuat tekan karakteristik yang disyaratkan sebesar  $125 \text{ kg/cm}^2$ . Penggunaan nilai standar deviasi hasil pengujian lapangan terlalu sedikit dalam hal jumlah sampel dan memerlukan jumlah titik pengujian yang lebih banyak.

#### **CBR Lapangan**

Pada Lapis Pondasi Atas (Base Course) pada jalan raya minimal mempunyai daya dukung sebesar CBR 80%. Semakin besar nilai CBR suatu perkerasan, maka tebal perkerasan memungkinkan dapat menjadi lebih tipis. Hasil pemeriksaan  $\text{CBR}_{\text{lapangan}}$  pada 2 (dua) titik memberikan nilai CBR 127,14% dan 137,46%. Hal ini menunjukkan bahwa material pondasi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut telah memenuhi syarat dalam hal daya dukung.

Pada umumnya material berbutir/agregat dalam komposisi butiran yang baik (interlocking antar butiran) mempunyai daya dukung maksimal CBR 100%, penambahan material semen (bounded aggregate) dapat meningkatkan daya dukung lapis pondasi.

## **KESIMPULAN**

Berikut adalah beberapa catatan penting berkaitan dengan hasil pengujian lapangan yang telah dilakukan pada ruas jalan Simpang SP 1 Belitang-Belitang kecamatan Belitang, kabupaten Sekadau, meliputi:

1. Secara visual tidak ditemukan kegagalan Lapis Pondasi Atas (LPA) yang terbuat dari agregat yang distabilisasi dengan semen.
2. Kerusakan lapis penutup jenis Latasir Klas B ditemukan pada beberapa lokasi sepanjang ruas pemeriksaan, walaupun lapis penutup jenis ini tidak diperhitungkan sebagai kekuatan struktur perkerasan.
3. Kuat Tekan rerata (pengujian arah vertikal dan horizontal) hasil pemeriksaan lapangan adalah sebesar  $133 \text{ kg/cm}^2$  yangmana lebih besar dari kuat tekan yang disyaratkan

sebesar 125 kg/cm<sup>2</sup>. Selain itu daya dukung lapis pondasi hasil pemeriksaan lapangan sebesar CBR 127,14% dan 137,46% lebih tinggi dari daya dukung pondasi agregat (unbounded material) maksimal CBR 100%.

4. Kuat tekan rerata pada pengujian arah vertikal sebesar 165 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan kuat tekan rerata pengujian arah horizontal didapatkan sebesar 85 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan pada pengujian vertikal memberikan nilai yang relatif representatif dibandingkan pengujian arah horizontal disebabkan permukaan perkerasan pada pengujian arah vertikal relatif rata dibandingkan pengujian arah horizontal pada sisi tepi perkerasan dikarenakan permukaan mal saat pengerjaan.

**Saran-saran:**

Pemeliharaan jalan dilakukan untuk tetap menutup permukaan yang terkelupas dengan lapis perkerasan perlu dilakukan untuk mencegah deteriorasi-kemunduran kualitas perkerasan akibat pengaruh cuaca selama umur pelayanannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- BKPM,(2014), *Potensi Kelapa Sawit di Kalimantan Barat*, BKPM investment Coordinating Board. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/>.
- Widodo, S., (2013), *Analysis of Dynamic Loading Behavior for Pavement on Soft Soil*, Doctoral Dissertation, TU-Bergakademie Freiberg, Germany.
- Hasibuan, H., (1985), *Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Westergaard, H.M., (1928), *Theory of Pavement Design*, Proceedings, Highway Research Board.

## PEMILIHAN JENIS PERKERASAN JALAN KABUPATEN BERDASARKAN KONDISI EKONOMI DAERAH

**Wiratman Wangsadinata**  
Promotor Utama  
Prodi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
fransisca@wiratman.com

**A.R. Indra Tjahjani**  
Mahasiswa Program Doktor  
Teknik Sipil  
Prodi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
Telp (021) 7245872  
pong\_58@yahoo.com

**Najid**  
Promotor pendamping  
Prodi Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
najid@yahoo.com

### Abstract

Pavement type selection in Indonesia in general is still determined by the strength of the subgrade. Type used for flexible pavement subgrade CBR values are high and rigid strength for low CBR value. Based on the data path growth, data use basic information about the strength of the soil, resulting in significant long paths. This research will produce a mathematical model that can be used to determine the selection of the regent road pavement using variables including the traffic volume, population, budget allocation roads, topography, and accessibility. Limitation of road building is for district roads with different topographies review. The resulting model is expected to be used by decision makers at the district level so that the right type of pavement selected so that the acquisition of the allocation of funds can be used to construct a longer path.

**Keywords:** *AHP, pavement type, budget, population, traffic volume, modelling*

### ABSTRAK

Pemilihan jenis perkerasan jalan di Indonesia secara umum masih ditentukan oleh kekuatan tanah dasar. Jenis perkerasan lentur digunakan untuk tanah dasar yang memiliki nilai CBR tinggi sedangkan kekuatan kaku untuk nilai CBR rendah. Berdasarkan data pertumbuhan panjang jalan, data yang menggunakan informasi tentang kekuatan tanah dasar, menghasilkan panjang jalan yang tidak signifikan. Penelitian ini akan menghasilkan model matematis berdasarkan variabel kondisi ekonomi daerah. Model diolah dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) yang dapat digunakan para bupati untuk menentukan pemilihan perkerasan jalan dengan menggunakan variabel diantaranya jumlah lalu lintas, jumlah penduduk, alokasi anggaran pembangunan jalan, topografi, dan aksesibilitas. Batasan pembangunan jalan adalah untuk jalan kabupaten dengan tinjauan topografi yang berbeda. Model yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan oleh para pengambil keputusan di tingkat kabupaten agar jenis perkerasan yang dipilih tepat sehingga alokasi dana dapat digunakan untuk membangun jalan yang lebih panjang.

**Kata kunci :** *AHP, Perkerasan, Alokasi anggaran, Jumlah penduduk, Volume lalu lintas, Pemodelan*

## PENDAHULUAN

Pada umumnya pemilihan tipe perkerasan masih dilakukan berdasarkan volume, umur rencana, dan daya dukung tanah dasar. Sementara pemilihan tipe perkerasan jalan kabupaten yang mengkaitkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) belum dilakukan. Dengan ditetapkannya otonomi daerah sejak tahun 2001, terdapat peningkatan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) yang signifikan. Peningkatan APBD tersebut belum menunjukkan peningkatan % sektor pengangkutan. Dengan otonomi daerah, diharap pengelolaan pembangunan berdasarkan APBD dapat dikelola sendiri. Berdasarkan kondisi tersebut diusulkan, bahwa dalam hal pembuatan jalan dapat dilakukan dengan memperhatikan % PDRB sektor pengangkutan. Analisis yang dilakukan berdasarkan variabel-variabel disajikan dalam bentuk simulasi model. Simulasi model dapat digunakan dengan cara menetapkan variabel jumlah penduduk, lalu lintas harian rata-rata, PDRB, Aksesibilitas, alokasi anggaran pembangunan jalan, dan topografi dari kabupaten-kabupaten yang letak geografisnya berbeda - beda yaitu daerah datar, daerah bukit atau daerah pantai.

Pembangunan prasarana transportasi dapat dilihat sebagai faktor yang dapat meningkatkan pendapatan daerah. Pembangunan daerah sektor transportasi menjadi tulang punggung dalam penambahan pendapatan daerah. Peningkatan pembangunan prasarana transportasi yang tidak dilakukan dengan pemilihan jenis perkerasan yang tepat, dapat menyebabkan pembengkakan biaya konstruksi prasarana transportasi. Sejak otonomi daerah dan sistem desentralisasi pemerintah dilaksanakan tahun 2001, kuantitas dan kualitas jalan provinsi, kabupaten kota dan desa belum menunjukkan peningkatan pelayanan yang signifikan bagi pengguna. Artinya sebagian besar wilayah menunjukkan bahwa makin bertambah dana alokasi pengelolaan jalan daerah, ternyata tidak berbanding lurus dengan peningkatan kemantapannya. Alasan utama penurunan kualitas jalan propinsi, kabupaten, kota dan desa tersebut adalah adanya keterbatasan kemampuan pendanaan pemerintah daerah. Hal tersebut berdampak terhadap tingkat capaian panjang jalan mantap dari tahun ke tahun makin menurun. Sejak tahun 2001 dana yang dikelola melalui APBD telah meningkat rata-rata menjadi tiga kali lipat, namun subsektor prasarana transportasi belum mendapatkan porsi pendanaan yang memadai atau dana subsektor jalan tidak lebih besar dari 15 % dari APBD. Artinya peningkatan penerimaan APBD ini memang tidak serta merta diikuti oleh peningkatan belanja pada infrastruktur jalan. Kebanyakan daerah justru mengalokasikan peningkatan penerimaan APBD tersebut untuk peningkatan belanja pegawai. Berkaitan dengan hal tersebut maka daerah harus memiliki inovasi kreatif dalam mengajukan dana bantuan berdasarkan data dan kebutuhan yang realistis sehingga penyelenggaraan jalan daerah dapat meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas yang efektif dan efisien. Daerah harus berani memiliki sikap reformasi dengan mengedepankan target capaian pembangunan jalan daerah harus benar-benar sesuai dengan kemampuan atau potensi ekonomi wilayah dan prediksi lalu lintas kendaraan yang memanfaatkan jalan tersebut. Saat ini perbandingan panjang jalan kabupaten terhadap total panjang jalan di Indonesia adalah hampir 70.0 %. Dari Data Badan Pusat Statistik (BPS) memperlihatkan bahwa pada tahun 2011 panjang jalan aspal di Indonesia sepanjang 277.755 km dan jalan non aspal 209.559 km. Adapun jumlah kendaraan sebanyak 76.907.127 kendaraan dengan rincian mobil penumpang 8.891.041, bis 2.250.109, truk 4.687.789 dan sepeda motor 61.078.188 . Jika jumlah kendaraan tersebut dikonversikan terhadap satuan mobil penumpang (smp) terdapat 72.459.466 smp. Selanjutnya diprediksi pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) ke-2 tahun 2010-2014 kebutuhan panjang jalan kabupaten adalah hampir 498.687 km, artinya begitu besar peranan desentralisasi dan otonomi daerah dalam penyelenggaraan jalan daerah (Bina Marga 2010). Jumlah kendaraan yang memanfaatkan jalan kabupaten pada umumnya dalam katagori rendah-sedang (berkisar tidak lebih dari 1000 kendaraan per hari), yang diindikasikan dengan rentang lebar jalan 3,0 hingga 7,0 meter. Jenis konstruksi perkerasan yang digunakan untuk pembangunan jalan kabupaten adalah konstruksi jalan beraspal hotmix, penetrasi macadam, konstruksi Macadam, dan Telford (Bina Marga, 2010).

Saat ini Dana Alokasi Khusus (DAK) merupakan dana stimulan atau pendampingan bagi daerah, secara umum DAK yang dialokasikan ke daerah tidak lebih dari 30 % terhadap APBD sektor jalan daerah. Hal tersebut mengindikasikan bahwa perlu dipikirkan alternatif lain dalam pendanaan jalan daerah agar mempercepat pertumbuhan ekonomi wilayah (Mulyono, 2011). Salah satu yang saat ini sedang digulirkan adalah dana dekonsentrasi dan dana tugas pembantuan. Oleh karenanya Pemerintah Pusat perlu memberikan fasilitas penyelenggaraan jalan daerah kabupaten yang disesuaikan dengan potensi ekonomi wilayah, sebagai dukungan kebijakan penyelenggaraan jalan.

### **Permasalahan**

Pada penelitian ini akan mencari variabel yang dominan untuk menentukan jenis perkerasan jalan kabupaten. Variabel yang akan menentukan pemilihan jenis perkerasan, digunakan untuk variabel pemodelan. Penelitian akan menjawab tentang:

1. Bagaimana cara mencari variabel yang dominan untuk pemodelan pemilihan jalan kabupaten dengan memperhatikan kondisi ekonomi daerah?
2. Bagaimana metode pencarian ekonomi daerah?
3. Bagaimana model prediksi Pemodelan pemilihan jalan kabupaten yang memperhatikan kondisi ekonomi daerah?

### **Tujuan khusus**

Dengan memperhatikan potensi daerah, aksesibilitas, volume lalu lintas baik secara kuantitas maupun kualitas kendaraan serta dana bantuan pembangunan prasarana transportasi, akan dicari jenis perkerasan jalan yang tepat berdasarkan pendekatan bahwa:

1. Model untuk menentukan panjang jalan berdasarkan variabel pembentuk
2. Kegiatan perekonomian, perdagangan, budaya dan pariwisata masyarakat.
3. Aksesibilitas lalu lintas antar kabupaten disekitar kabupaten wilayah studi

### **Urgensi / keutamaan penelitian**

Urgensi/keutamaan penelitian adalah untuk mendapatkan data, fakta dan informasi yang valid dan dapat dipercaya tentang:

1. Perencanaan jalan kabupaten yang sudah dilaksanakan.
2. Dasar penetapan pembangunan jalan.
3. Proses penentuan jenis perkerasan jalan.
4. Kegiatan ekonomi masyarakat.
5. Aksesibilitas lalu lintas, perekonomian, perdagangan, budaya dan pariwisata

### **Kontribusi dalam pengembangan IPTEK**

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi sejumlah pihak, terutama:

1. Bagi Pemerintah Pusat dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum, dapat dijadikan pedoman tambahan dalam rangka memberikan dana pembangunan jalan dan meningkatkan jumlah panjang jalan agar dapat dibangun secara efisien.
2. Bagi Pemerintah Daerah, dapat dijadikan sebagai dasar usulan perencanaan pembangunan jalan kepada pemerintah pusat. Usulan yang dibuat untuk kebutuhan penambahan panjang jalan, penetapan jenis lapis perkerasan
3. rasan jalan dan dampak yang ditimbulkan akibat penambahan panjang jalan.
4. Bagi masyarakat, dengan adanya efisiensi pemakaian biaya dan pemilihan jenis lapis perkerasan akan terjadi perubahan kultur, peningkatan kegiatan sosial, dan pertumbuhan ekonomi.
5. Bagi para akademisi dan peneliti, dapat dijadikan referensi tambahan dalam meneliti dan menelaah pembangunan jalan, terutama dalam persoalan pembangunan jalan dengan adanya keterbatasan sumber daya manusia maupun ketercukupan dana pembangunan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

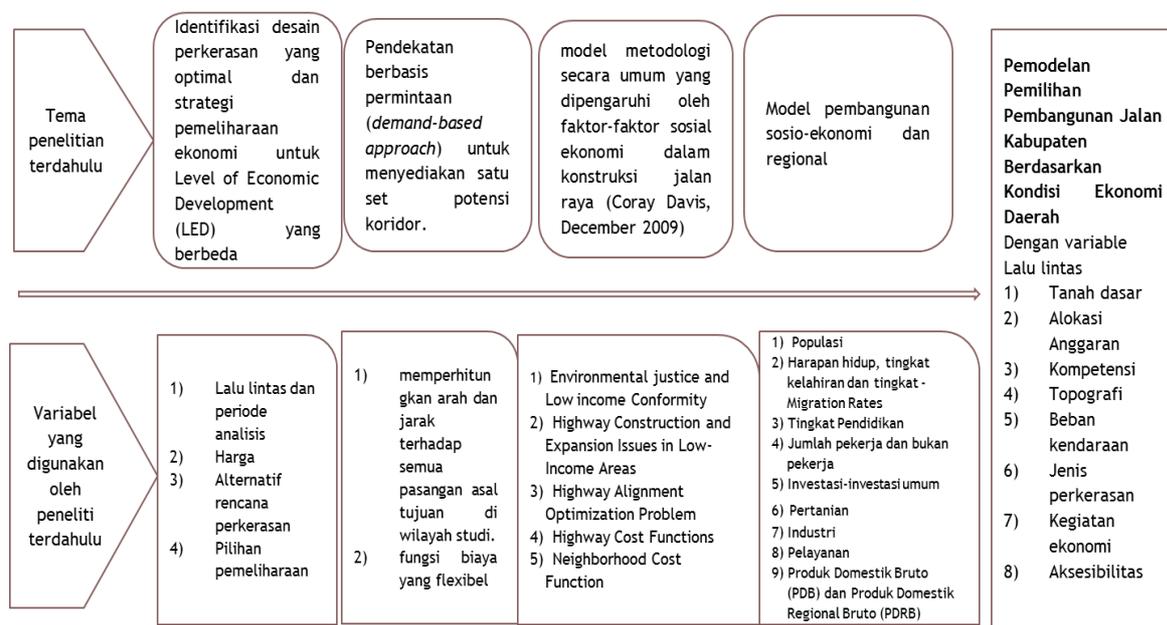
Dari beberapa penelitian, telah dihasilkan model pembangunan jalan. Secara skematis hasil penelitian berikut peneliti dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1: Penelitian tentang model pembangunan jalan

	Journal 1	Journal 2	Journal 3
Judul/title	Concrete Pavement in Canada; State of The Art Practice [5]	Optimal Pavement Design & Maintenance Strategy For Developing Countries; An Analysis Using HDM 4 [8]	Modelling The Effect of Socioeconomic Factor in Highway Construction and Expansion [2]
Design	<pre> graph TD     A[Alternative Designs] --&gt; B[Design Objectives and Constraint]     B --&gt; C[Realibility Level]                     </pre>	<pre> graph TD     A[Road Section Characteristics] --&gt; B[Environmental Conditions]     B --&gt; C[Price]                     </pre>	<pre> graph TD     A[Low Cost Income] --&gt; B[Environmental Justice and Low Income Comformity]     B --&gt; C[Highway Construction and Expansion Issues In Low]                     </pre>
Material/Variable	Soil and material properties Traffic load Climate Factors Unit Prices	Traffic loading Loop of Economics Loop of pavement design Maintenance Option	Low income Penalty cost Population Fuel price Residential location
Methodology	Design Method	HDM – 4 Runs	GIS
Output	Layer Thickness Performance prediction Life Cycle Economics Evaluation	Unconstrained Optimal Pavement Design Maintenance Strategy Relationship between Unconstrained optimal Pavement design and maintenance Strategy Level Economics Development	Establishing The Offset Dstance Highway cost Function Neighborhood Cost Function Model Output Genetic Search and Optimization
Goal	Optimization Selection And Documentation For Construction	To Ascertain the Above Mentioned Conjectures Regarding The Initial Design And The Trade-off Relationship Between Agency Cost and UCS of The Transport Infra Structure	To Develop A General Methodology To Model The Effect Of SocioEconomics Factors In Highway Construction And Expansion To Examine Impact on Low Income Families
Source	7 th Int'l Conference on Concrete Pavements Orlando Florida USA, Sepetember 2001	The International Journal of Pavement Engineering, Taylor & Francis. December 2003	Journal of Transportation Engineering ASCE, December 2009

Author	Susan Tighe Ph.D D.Eng Rico Fung,P.Eng Tim Smith,MSc.Eng P.Eng	Koji Tsunokawa Riaz UI-Islam	Coray Davis, Virginia State Univ Petersburg Manoj K.Jha M.ASCE, Morgan State Univ, Baltimore
--------	--	---------------------------------	--

Berdasarkan Tabel 1 diatas maka dapat ditentukan bahwa model pemilihan perkerasan jalan kabupaten dengan variabel – variabel jenis perkerasan, alokasi anggaran pembangunan jalan, kekuatan tanah dasar, topografi, beban kendaraan, dan pertumbuhan ekonomi belum digunakan sebagai variabel untuk pemodelan pemilihan jenis perkerasan jalan. Penelitian Model pembangunan perkerasan jalan kabupaten akan dilakukan berdasarkan temuan celah pada penelitian terdahulu , seperti terlihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1: Celah penelitian

Selanjutnya perhitungan-perhitungan akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di wilayah studi.

### Tinjauan Pemilihan Wilayah Penelitian

Pemilihan kabupaten juga berdasarkan faktor geologi, yaitu kabupaten yang terletak di pegunungan, pantai dan kota. Berdasarkan faktor ini maka akan dihasilkan matrik kabupaten sebagai berikut

Tabel 2: Pemilihan Wilayah berdasarkan Bina Marga

KABUPATEN DI		
JAWA	Kalimantan	NTT
WTB Pegunungan	WSB Pegunungan	WAB Pegunungan
WTB pantai	WSB Pantai	WAB Pantai
WTB kota	WSB Kota	WAB Kota

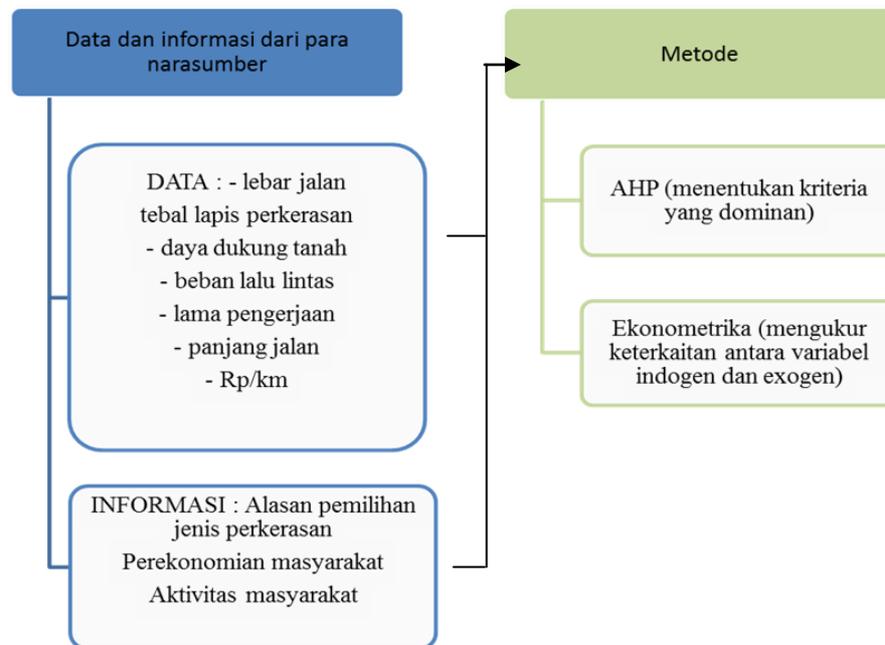
### Wilayah studi untuk validasi

Validasi model akan dilakukan menggunakan data dari kabupaten Kulon Progo dan kabupaten Mendawai. Pemilihan kabupaten tersebut, dianggap sebagai representasi kabupaten yang mewakili kabupaten di pulau Jawa dan pulau Kalimantan.

## METODE PENELITIAN

Pemodelan yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pemodelan matematika yang dibuat berdasarkan informasi dari para pakar. Tahapan dalam pemodelan adalah pengumpulan informasi tentang perencanaan jalan kabupaten yang diperoleh dari Kepala Dinas Bina Marga setempat, Bupati, para perencana dan pelaksana pekerjaan jalan.

Data dan informasi yang telah terkumpul, digunakan sebagai unsur-unsur dalam pemodelan. Data teknik perencanaan dan pelaksanaan diperoleh melalui kuisioner dan wawancara dengan para perencana dan pelaksana

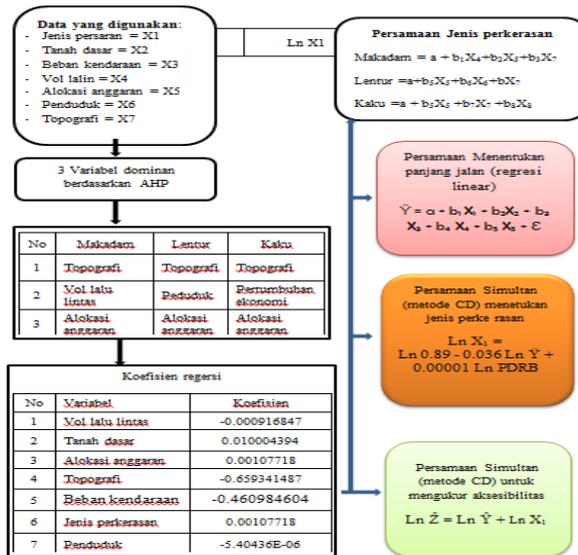


Gambar2: Kerangka pikir pengambilan data dan informasi

### Analisis hasil permodelan

Dengan diperoleh model, maka panjang jalan yang akan dibangun oleh Bupati atau kepala Daerah berdasarkan kondisi ekonomi sudah dapat diperkirakan. Dampak dari pemakaian model adalah agar alokasi anggaran pembangunan jalan yang tersedia dapat digunakan secara optimum, sehingga panjang jalan yang dibangun dapat menumbuhkan pergerakan perjalanan antar daerah atau kabupaten. Tumbuhnya pergerakan perjalanan antar kabupaten dapat meningkatkan kegiatan ekonomi, perdagangan, budaya dan pariwisata masyarakat.

## Alur berpikir



## Validasi model

### 1. Hasil perhitungan bentuk *logaritma*

	$\hat{Y}$	X1	$\hat{Z}$
	<b>Panjang jalan</b>	<b>Jenis perkerasan</b>	<b>Aksesibilitas</b>
Mean	6.059275183	4.01274E-08	0.007418
Min	5.490851828	3.7998E-06	0.034434
Maximum	4.01164138	3.10135E-09	0.000282
Kulon Progo	4.568335015	3.71817E-07	0.377689
Mendawai	4.342671474	6.06316E-07	0.377689

### 2. Hasil perhitungan untuk panjang jalan, jenis perkerasan dan aksesibilitas

Hasil perhitungan	Model (rata2)	Kulon Progo	Mendawai
Panjang jalan	6.05	4.5	4.3

Jenis perkerasan	0	0	0
Aksesibilitas	0	0.37	0.37

**Perbandingan hasil**

**Manfaat Model**

Model yang dihasilkan dapat digunakan oleh para kepala daerah untuk meningkatkan potensi daerah dengan meningkatkan infrastruktur transportasi dengan memperhatikan potensi daerah. Dengan memperhatikan kondisi daerah maka aksesibilitas dan kemampuan jalan (service ability) dapat terukur

**DAFTAR PUSTAKA**

Coray Davis and Manoj K.Jha, “Modeling the Effects of Socioeconomic Factors in Highway Construction and Expansion”(Journal of Transportation Engineering,ASCE/December 2009), hal 990-998

Darwanto Herry , “Prinsip Dasar Pembangunan Ekonomi Daerah”. Bappenas September 2012, halaman 1

Dirjen Bina Marga “Petunjuk Teknis Survei Dan Perencanaan Teknik Jalan Kabupaten No.:013/T/Bt/1995 November 1995

Eusebio Angulo; Enrique Castillo, Ricardo Garcia-Rodenas and Jesus Sanchez-Vizcaino ‘Determining Highway Corridors’ Journal Transportation Engineering, (journal ASCE /May 2012), page 413

Hasan Söyler, Yusuf Cahit Çukaci, \_brahim Aksu, Z. Nesrin Omaç ‘Socio-Economic Development Projection Of Malatya: A System Dynamics Approach’. Inonu University Business and Administration Faculty, Malatya/Turkey

Hendarsin Shirley L. “Perencanaan Teknik Jalan” 2008 hal 213- 215

Koji Tsunokawa and Riaz Ul-Islam, ‘Optimal Pavement Design and Maintenance Strategy

for

	$\ln \hat{Y}$	$\ln X1$	$\ln \hat{Z}$
	<b>Panjang jalan</b>	<b>Jenis perkerasan</b>	<b>Aksesibilitas</b>
Mean	1.801590186	-17.03120627	-4.903795715
Min	1.703083403	-12.48056115	-3.36870411
Maximum	1.389200479	-19.59142987	-8.17230953
Kulon Progo	1.519148809	-14.8048632	-0.97368415
Mendawai	1.468489706	-14.31586502	-0.97368415

- Developing Countries: An Analysis using HDM-4 , The International Journal Of Pavement Engineering, vol.4, December 2003, page 193-208
- Michael W. Sayers and Steven M. Karamihas “Optimal Pavement Design and Maintenance Strategy for Developing Countries”: An Analysis using HDM-4 Interpretation Of Road Roughness Profile Data, 1996
- Mulyono, A.T Model Kebijakan Usulan Jenis konstruksi dan lebar jalan Kabupaten dengan mempertimbangkan potensi Daerah. (2011), hal 4
- Ortuzar J.de D.– L.G. Willumsen. ‘ Transport Modelling’ WILEY,1990).
- Yang H.Huang , “Pavement Analysis and Design”, second edition. Pearson, 2012
- \_\_\_\_\_, “Petunjuk Teknis Perencanaan Dan Penyusunan Program Jalan Kabupaten Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum”, SK No. 77 / KPTS / Db / 1990
- Sjahrizal,”Ekonomi Wilayah dan Perkotaan”, Penerbit: PT Raja Grafindo Persada Jakarta, September 2012, halaman 272
- Setiono Dedi NS., Ekonomi Pembangunan Wilayah-Teori dan Analisis, edisi 1 (Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia,2011), halaman 265.
- \_\_\_\_\_, “The Scoping and Development of Probabilistic Road Deterioration (RD) Model” (AUSTROADS TECHNICAL REPORT, May 2012)
- Vidya Nitin Patil “Economic Evaluation: Life Cycle Of The National Games Road” International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST) Vol 4 No.3 March 2012 hal 1145-1152
- Waluyo Rudi, “Sudi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur’Jurnal Teknik Sipil Volume 9 No 1, Oktober 2008: 1-10
- \_\_\_\_\_,website Pemerintah Kabupaten Kulon Progo

## PEMANFAATAN *CRUMB RUBBER*(TYRE RUBBER) SEBAGAI ADITIF PADA ASPAL MODIFIKASI POLIMER

**Wahyu Purnomo**  
Jurusan Teknik Sipil dan  
Lingkungan, Fakultas Teknik,  
UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
w\_purnomo88@yahoo.com

**Berry Evaldo**  
Magister Sistem dan Teknik  
Transportasi, UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
berry22diy@gmail.com

**Latif Budi Suparma**  
Jurusan Teknik Sipil dan  
Lingkungan, Fakultas Teknik,  
UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
suparma@yahoo.com

### Abstract

*Crumb rubber* is a type of thermoplastic polymer, if mixed with asphalt has an advantage capable at high temperatures, heavy traffic, as well as more flexible. Asphalt mixture used in Indonesia in the form of hot mixture with dense graded, which is called asphalt concrete (laston / AC). Mixing asphalt with *crumb rubber* used high speed rotation method. Testing a mixture of pavement was conducted using Marshall Method. In this study, variation of *crumb rubber* as an asphalt additive modification used 5%, 10% and 12%. The test results demonstrate the increasing value of the properties of asphalt penetration, softening point, and viscosity which is the interpretation of high load traffic and high temperature. Marshall Test results showed that the polymer modified asphalt mixture with *crumb rubber* has a value of stability, flexibility and durability which is above the conventional mix. Based on this it is concluded that *crumb rubber* can be used as an additive polymer modified asphalt and asphalt mixture properties pavement better than conventional asphalt and mix. Optimum value which can be used in asphalt modification of the polymer is between 5% and 10%.

**Keywords:** *Crumb rubber, Polymer Modified Asphalt, Asphalt Concrete (Laston), Marshall Testing*

### Abstrak

*Crumb rubber* merupakan salah satu jenis polimer tipe termoplastik, jika dicampurkan dengan aspal memiliki keunggulan mampu pada suhu tinggi, lalu lintas yang berat, serta lebih fleksibel. Campuran aspal yang digunakan di Indonesia berupa campuran panas dengan gradasi menerus, yang disebut dengan lapis aspal beton (laston/AC). Pencampuran aspal dengan *crumb rubber* dengan metode putaran tinggi. Pengujian campuran perkerasan dilakukan dengan metode Marshall. Pada penelitian ini menggunakan variasi *crumb rubber* sebagai aditif aspal modifikasi, sebesar 5 %, 10 % dan 12 %. Hasil pengujian sifat aspal menunjukkan meningkatnya nilai penetrasi, titik leleh, dan viskositas yang merupakan interpretasi kemampuan dalam menahan beban, suhu tinggi, dan suhu rendah. Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa campuran dengan aspal modifikasi polimer *crumb rubber* memiliki nilai stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas yang berada di atas campuran konvensional. Berdasarkan hal tersebut diambil kesimpulan bahwa *crumb rubber* dapat digunakan sebagai aditif aspal modifikasi polimer memiliki sifat aspal dan campuran perkerasan yang lebih baik dari aspal dan campuran konvensional. Nilai optimum yang dapat digunakan dalam aspal modifikasi polimer adalah antara 5 % dan 10 %.

**Kata kunci:** *Crumb rubber, Aspal Modifikasi Polimer, Laston (AC), Pengujian Marshall*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Aspal minyak yang digunakan dalam perkerasan jalan di Indonesia belum dapat mengakomodasi kondisi jalan Indonesia yang memiliki beban berat (lalu lintas dan kendaraan), temperatur dan curah hujan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi aspal minyak untuk memperbaiki sifat aspal minyak. Polimer merupakan salah satu bahan aditif dalam pencampuran aspal yang dapat memperbaiki sifat aspal minyak. *Crumb rubber* merupakan salah satu jenis polimer elastomer yang banyak terdapat di Indonesia

dalam bentuk natural atau hasil daur ulang. Penggunaan *crumb rubber* pada campuran perkerasan memiliki nilai fleksibilitas dan durabilitas yang lebih baik dari campuran perkerasan konvensional (Wahyu Purnomo, 2013). Selain itu, *crumb rubber* dapat memperbaiki kemampuan aspal terhadap kelengketan, titik lembek dan kelenturan.

Lapis aspal beton (laston/AC) merupakan perkerasan dengan campuran beraspal dengan agregat bergradasi menerus yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal. Perkerasan dengan menggunakan laston (AC) memiliki kekurangan sifat, yaitu fleksibilitasnya yang berpengaruh pada durabilitas. Sehingga karakteristik campuran perlu diperbaiki dengan aspal yang lebih elastis. Keunggulan dari laston (AC) adalah memiliki kekuatan struktural yang baik dalam menahan beban kendaraan dan lalu lintas tinggi.

Keunggulan yang dimiliki aspal modifikasi polimer *crumb rubber* yang di campurkan dengan perkerasan Laston (AC) berdasarkan keterangan tersebut akan menghasilkan perkerasan yang tahan terhadap beban berat, fleksibilitas tinggi dan tahan lama dari campuran konvensional.

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui sifat aspal modifikasi polimer dengan *crumb rubber*, (2) untuk mengetahui karakteristik campuran perkerasan laston (AC) dengan aspal modifikasi polimer yang menggunakan *crumb rubber*; serta (3) untuk mengetahui persentase optimum *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer yang sesuai dengan standar dan persyaratan yang berlaku. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh *crumb rubber* sebagai aspal modifikasi polimer dan pengaruhnya pada campuran perkerasan laston (AC) terhadap beban lalu lintas, fleksibilitas dan durabilitas.

### **Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini, antara lain: (1) memanfaatkan *crumb rubber* sebagai bahan tambah aspal modifikasi polimer dan lebih bermanfaat; (2) mengetahui cara membuat campuran dengan aspal polimer dengan *crumb rubber* dengan campuran laston (AC); serta (3) sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya, perencanaan, dan pelaksanaan di lapangan.

### **Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini, antara lain: (1) Persentase *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer sebanding dengan meningkatnya kekuatan dalam campuran; serta (2) meningkatnya *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer berbanding terbalik dengan jumlah kebutuhan aspal dalam campuran.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan antara beban lalu lintas dengan tanah dasar, yang berfungsi sebagai penerus beban lalu lintas ke tanah dasar, melindungi lapisan di bawahnya yang memiliki kelemahan dalam mendukung beban lalu lintas.

### **Karakteristik Campuran Aspal Perkerasan**

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut: (1) stabilitas; (2) durabilitas (keawetan/daya tahan); (3) fleksibilitas

(kelenturan); (4) *skid resistance* (kekesatan); (5) *fatigue resistance* (ketahanan kelelahan); serta (5) *workability* (kemudahan pelaksanaan).

### **Agregat**

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran agregat aspal yang berupa berbagai jenis butiran-butiran atau pecahan yang termasuk di dalamnya antara lain; pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran aspal buatan.

### **Bahan Pengisi (Filler)**

*Filler* adalah material yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan termasuk kapur hidrat, abu terbang, Portland semen dan abu batu. *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur serta mengurangi jumlah rongga udara dalam campuran.

### **Aspal**

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat, yang terdiri dari *hydrocarbons* atau turunannya, terlarut dalam *trichloro-ethylen* dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan. Aspal berwarna hitam, material keras (bersifat semen) yang memiliki konsistensi dari pada menuju ke semi pada pada temperatur normal. (MS-22, *Asphal Institute*, 1989).

### **Aspal Modifikasi Polimer**

Aspal modifikasi adalah pencampuran aspal dengan aditif atau bahan tambahan untuk memperbaiki sifat aspal. Polimer Aspal modifikasi polimer merupakan penambahan polimer sebagai aditif pada aspal konvensional dengan tujuan untuk mendesain perkerasan dengan tahan terhadap suhu tinggi, dan elastisitas mengurangi deformasi permanen terhadap beban lalu lintas. Polimer yang umumnya digunakan dalam aditif aspal adalah plastomer (plastik) dan elastomer (karet).

### **Crumb Rubber**

*Crumb rubber* merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk campuran aspal dari golongan *polymer* dengan jenis *elastomer*. Jenis tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat elastis, kekuatan saat menerima beban, serta ketahanan pada campuran aspal.

### **Campuran Aspal Lapis Aspal Beton (Laston/AC)**

Lapis aspal beton (Laston / Asphalt Concrete) merupakan lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri dari agregat bergradasi menerus (*dense graded*) dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston merupakan campuran yang memiliki nilai struktural (Pedoman Teknik No.025/T/BM/1999).

### **Pengujian Marshall**

Pengujian *Marshall* meliputi pengujian stabilitas dan kelelahan pada benda uji campuran aspal yang telah dipadatkan, untuk mengetahui karakteristik campuran.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian akan dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu:

1. Tahapan Input yang dilakukan pada tahap ini, antara lain: pengumpulan data sekunder berupa data normatif berupa standar pengujian, persyaratan bahan dan kajian ilmiah kemudian dilakukan analisa awal terkait penelitian yang akan dilakukan;
2. Tahapan Proses yang dilakukan pada tahap ini, antara lain: melakukan pecampuran aspal dan pengujian bahan, merancang campuran rencana, pengujian campuran dan melakukan analisis; serta
3. Tahapan Output yang dilakukan pada tahap ini, antara lain: memberikan kesimpulan, saran dari penelitian yang dilakukan dan memberikan rekomendasi terhadap penggunaan *crumb rubber* sebagai bahan tambah aspal modifikasi dalam skala besar.

### Pelaksanaan Pengujian Laboratorium

Pada tahap pengujian dilakukan 3 proses. Proses awal melakukan kegiatan persiapan alat dan bahan, membuat campuran aspal dengan *crumb rubber* kemudian di uji sifat aspal, serta pengujian bahan campuran. Pada proses selanjutnya melakukan kegiatan perancangan campuran rencana untuk memperoleh KAO dan membuat benda uji campuran berdasarkan nilai KAO dan persentase maksimum *crumb rubber* pada aspal modifikasi yang berdasarkan nilai karakteristik Marshall. Pada proses akhir menitik beratkan pada pengujian Marshall.

### Metode Pencampuran *Crumb rubber* pada Aspal Modifikasi

*Crumb rubber* yang di campur aspal minyak menggunakan metode putaran tinggi. Hal ini, dikarenakan untuk menghancurkan partikel terkecil dari *crumb rubber* agar dapat menyatu dengan aspal minyak. Ukuran *crumb rubber* yang digunakan sebagai aditif adalah lolos saringan No.200, karena untuk mempermudah proses rotor bergerak dan mempercepat proses pencampuran. Pencampuran dilakukan setelah aspal minyak mencapai viskositas 0,2 Pa.s. Selama proses pencampuran suhu di jaga tetap stabil dengan suhu maksimal 200 °C agar tidak merusak susunan kimia aspal. Lama waktu pencampuran selama 60 menit atau sudah dianggap campuran homogen. Setelah proses pencampuran selesai, segera dilakukan pengujian sifat aspal terutama berat jenis, titik lembek, penetrasi, dan viskositas aspal modifikasi.

### Parameter Campuran Aspal (Karakteristik Marshall)

Parameter yang digunakan dalam mengukur kinerja campuran aspal yang bergantung pada karakteristik Marshall, antara lain: stabilitas, kepadatan, rongga di dalam agregat mineral (*voids in the mineral aggregate*, VMA), rongga dalam campuran (*voids in the mix*, VITM), rongga terisi aspal (*voids filled with asphalt*, VFWA), kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient*.

## HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Bahan Campuran

Campuran beraspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal. Pada studi penelitian ini menggunakan agregat dari Clereng dan bahan pengisi dari debu batu

dari PT. Perwita Karya, serta aspal berasal dari Pertamina AC Pen 60/70. *Crumb rubber* sebagai aditif berasal dari Surabaya dengan ukuran lolos saringan No.200 (0,075 mm). Berdasarkan hasil pengujian bahan yang akan digunakan telah memenuhi persyaratan yang sesuai standar.

### Pengujian Aspal Modifikasi Polimer

Penambahan *crumb rubber* sebagai aditif aspal Pen 60/70 sebesar 5 %, 10 %, dan 12 %, dasar persentase dari viskositas, penelitian yang dilakukan sebelumnya dan Caltrans Guide. Persyaratan dan pengujian sifat aspal berdasarkan pada Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010), Revisi SNI 03-1737-1989 dan Per Caltrans 7/2002 (Asphalt Rubber Guide, 2003). Uji viskositas dengan menggunakan rotasional viskometer (hand held, Asphalt Rubber Guide, 2003).

**Tabel 1** Hasil Pengujian Aspal Modifikasi Polimer dengan *Crumb Rubber*

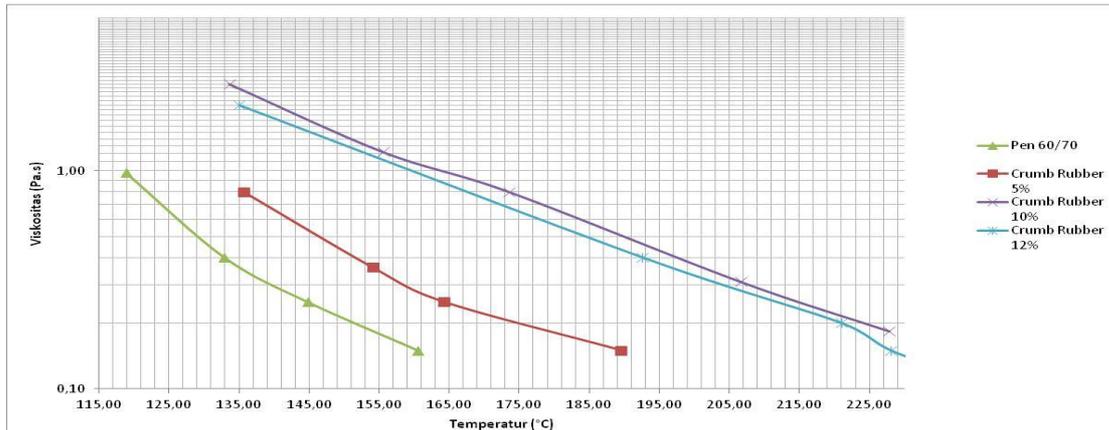
Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan*	Hasil Pengujian				
		Pen 60/70	CR 5%	CR 10%	CR12%	
Titik Lembek	°C	52 – 72	49,25	53,75	55,75	54,5
Viskositas 135 °C	cSt	≤ 2000	346	2161	2354	1871
Penetrasi 25 °C	mm	≥ 40	60,6	56,6	67,4	79,6
Kehilangan Berat	%	≤ 0,8	0,048	0,027	0,034	0,038
Penurunan Penetrasi	%	≤ 40	4,95	2,47	9,20	2,51
Berat jenis	gr/cm <sup>3</sup>	≥ 1,0	1,039	1,069	1,062	1,053

\*Sumber: Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010), Revisi SNI 03-1737-1989 dan Per Caltrans 7/2002 (Asphalt Rubber Guide, 2003)

**Tabel 2** Suhu Pencampuran dan Pemasatan

Pelaksanaan di Laboratorium	Pen 60/70	<i>Crumb Rubber</i>		
		5 %	10 %	12%
Pencampuran (°C)	151	174	220	223
Pemasatan (°C)	133	152	193	198

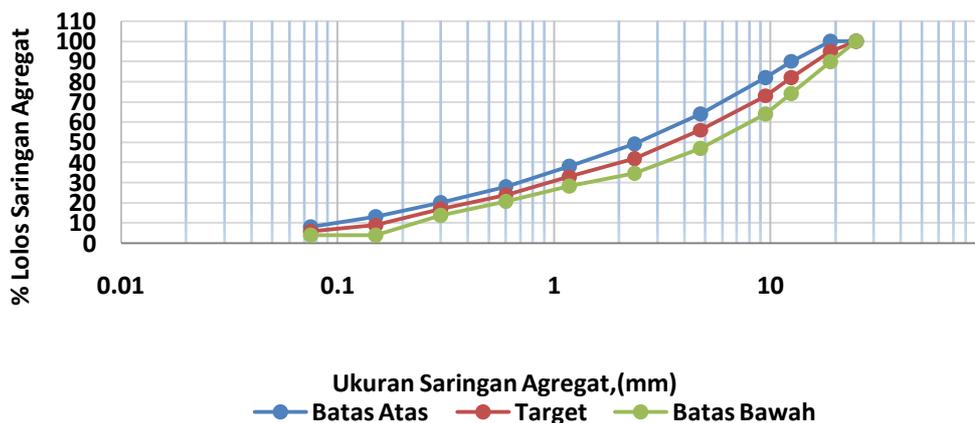
Dari hasil pengujian sifat aspal dapat diperoleh hasil bahwa *crumb rubber* dapat meningkatkan sifat aspal Pen 60/70, hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya nilai penetrasi sebagai interpretasi kekerasan aspal dalam menahan beban pada suhu rendah. Selain itu, titik lembek meningkat sebagai interpretasi kemampuan aspal mendukung beban terhadap suhu tinggi perkerasan. Viskositas yang meningkat dapat meningkatkan kekentalan yang terkait dengan daya lekat dan daya dukung aspal terhadap suhu dan beban. Hasil dan persyaratan terdapat pada Tabel 1. Proses pencampuran tetap menggunakan viskositas 0,2 Pa.s sesuai Revisi SNI 03-1737-1989. Grafik viskositas terdapat pada Gambar 1 dan suhu pencampuran dan pemasatan di laboratorium terdapat pada Tabel 2.



Gambar 1 Hasil pengujian viskositas Aspal Pen 60/70 dan Aspal Modifikasi Polimer (*Crumb Rubber*)

### Gradasi Campuran

Campuran lapis antara laston (AC-BC) dengan menggunakan aspal modifikasi polimer *crumb rubber* dan aspal Pen 60/70 menggunakan rencana gradasi yang terdapat dalam Gambar 2 yang berdasarkan pada Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga.

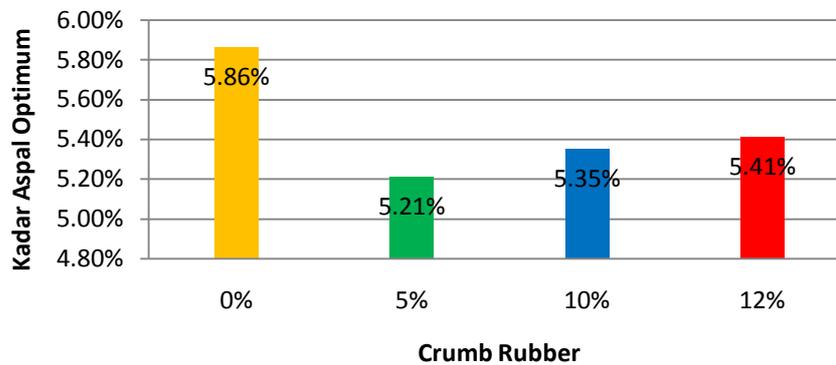


Gambar 2 Gradasi Lapis Antara Aspal Beton (Laston/AC-BC)

### Perancangan Campuran Rencana dan Pengujian Penentuan KAO

Langkah awal yang dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik campuran diperlukan penentuan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum bertujuan untuk mengetahui suatu campuran memiliki kekuatan/persyaratan teknis yang baik dengan nilai ekonomis yang baik/rendah. Hasil pengujian KAO untuk masing-masing persentase *crumb rubber* terdapat pada Gambar 3 dan Tabel 3. Aspal modifikasi polimer yang menggunakan *crumb rubber* sebagai aditif, memiliki nilai KAO yang lebih rendah dari aspal Pen 60/70, tetapi semakin tinggi kadar *Crumb rubber* sebanding dengan meningkatnya kebutuhan aspal dalam campuran. Lebih rendahnya KAO aspal modifikasi polimer *crumb rubber* dari aspal Pen 60/70, karena aspal modifikasi polimer (*crumb rubber*) memiliki berat jenis lebih besar dari aspal Pen 60/70, sehingga dengan berat aspal yang sama memiliki volume yang lebih besar, sehingga aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga pada campuran lebih sedikit. Kadar aspal modifikasi polimer lebih rendah dari aspal Pen 60/70 mengindikasikan bahwa volume kebutuhan aspal berkurang atau lebih sedikit dari campuran perkerasan

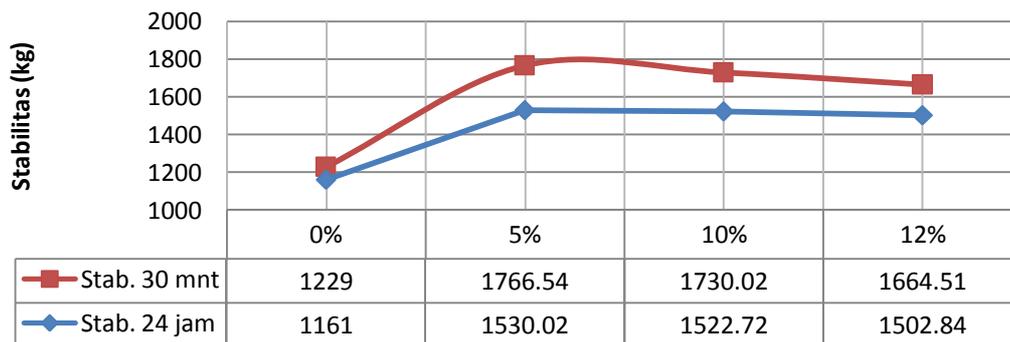
aspal konvensional. Hal ini, dapat mengurangi kebutuhan aspal campuran dan menghemat pengeluaran aspal (menurunkan harga campuran).



**Gambar 3** Kadar aspal optimum (KAO) berdasarkan persentase *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer

### Hasil Pengujian dan Analisis Karakteristik Marshall

Pengujian Marshall bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal. Hasil pengujian Marshall terdapat pada Tabel 3.



**Gambar 4** Stabilitas campuran dengan menggunakan *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer

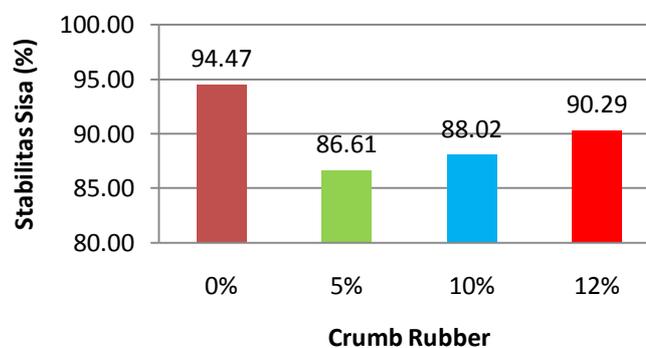
Aspal modifikasi polimer dengan *crumb rubber* sebagai aditif memiliki stabilitas yang lebih baik dari aspal Pen 60/70 yang ditunjukkan pada Gambar 4. *Crumb rubber* membuktikan bahwa kemampuan dalam menahan beban kendaraan lebih baik dari aspal konvensional. Akan tetapi semakin besar persentase *crumb rubber* pada campuran aspal perkerasan, semakin kecil stabilitasnya. Hal ini, menunjukkan kekuatan campuran aspal untuk menahan beban lalu lintas turun. Stabilitas dengan nilai tertinggi terdapat pada *crumb rubber* dengan persentase 5%. Stabilitas aspal modifikasi dengan polimer *crumb rubber* dengan kadar aspal campuran yang lebih rendah, memiliki nilai di atas stabilitas aspal konvensional (aspal Pen 60/70).

Fleksibilitas campuran yang baik dapat diketahui dari menurunnya nilai VMA dan naiknya nilai Pelelehan. Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 6 menunjukkan nilai VMA semakin turun dan Pelelehan meningkat, ini membuktikan bahwa aspal modifikasi polimer *crumb rubber* dalam campuran meningkatkan fleksibilitas campuran perkerasan lapis aspal beton (laston /AC). Dengan fleksibilitas yang lebih baik berakibat pada durabilitas yang lebih baik, karena kemampuan fleksibilitas perkerasan dalam menahan deformasi permanen

semakin baik, sehingga kerusakan perkerasan dapat berkurang dan menambah kemampuan perkerasan dalam menahan beban lalulintas lebih lama.

Salah satu yang mempengaruhi daya tahan (durabilitas) campuran perkerasan aspal adalah film aspal yang tebal. Film aspal direpresentasikan sebagai nilai VFA dalam campuran. Semakin besar nilai VFA menunjukkan semakin besar film aspal yang terdapat dalam campuran. VFA merupakan persentase jumlah aspal yang mengisi rongga antar agregat. Nilai VFA yang memiliki nilai di atas aspal Pen 60/70 adalah aspal modifikasi polimer dengan persentase *crumb rubber* dengan nilai 5 %. Selain itu VITM/VIM yang rendah akan menambah durabilitas campuran, karena dengan rendahnya nilai VITM/VITM maka lapisan lebih kedap air. Nilai VITM/VIM yang di bawah aspal Pen 60/70 adalah aspal modifikasi polimer dengan persentase *crumb rubber* dengan nilai 5 % dan 12 %.

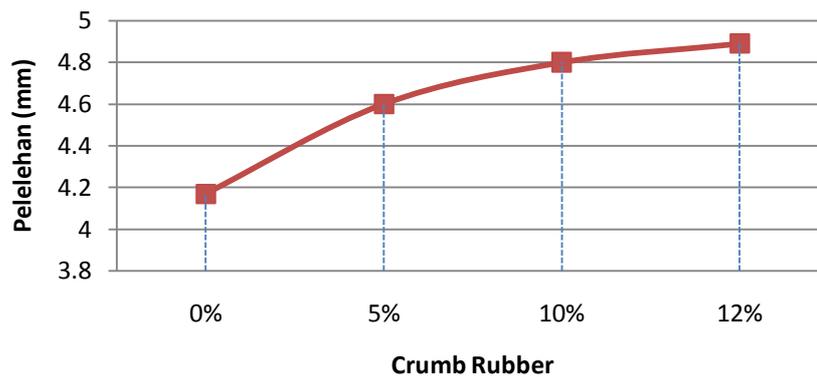
*Fatigue resistence* merupakan ketahanan terhadap beban berulang dari lalulintas. Perkerasan yang menggunakan aspal modifikasi polimer *crumb rubber* memiliki kemampuan menahan kelelahan lebih baik, karena memiliki fleksibilitas yang lebih baik dari aspal Pen 60/70.



**Gambar 5** Stabilitas sisa dengan menggunakan *crumb rubber* dalam campuran HRS-WC

Stabilitas sisa perkerasan yang menggunakan aspal modifikasi polimer *crumb rubber* lebih rendah dari perkerasan yang menggunakan aspal Pen 60/70. Akan tetapi, dengan bertambahnya persentase *crumb rubber* nilai stabilitas sisa semakin meningkat. Secara umum nilai stabilitas sisa telah memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Umum 2010.

Nilai pelelehan semakin besar, maka fleksibilitas dan kemampuan menahan beban untuk terjadinya deformasi semakin baik. Jika nilai pelelehan semakin kecil, maka campuran akan cepat terjadinya kelelahan yang berakibat semakin cepat getas. Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan nilai pelelehan sebanding dengan kenaikan persentase *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer.



**Gambar 6** Pelelehan dengan menggunakan *crumb rubber* dalam campuran HRS-WC

### Persentase *Crumb rubber* yang Optimal dalam Campuran HRS-WC

Berdasarkan hasil dan pembahasan, *crumb rubber* sebagai aditif aspal modifikasi polimer memiliki sifat aspal yang lebih baik dari aspal Pen 60/70, serta karakteristik Marshall yang baik dan lebih baik dari campuran laston (AC). Nilai perbandingan tersebut terdapat pada Tabel 3.

Pada pelaksanaan di lapangan sebaiknya menggunakan *crumb rubber* aditif aspal modifikasi polimer dengan persentase antara 5 % hingga 10 %. Hal ini, disebabkan dalam beberapa hasil pengujian Marshall memiliki nilai yang lebih baik dari aspal pen 60/70 atau campuran laston (AC) konvensional.

**Tabel 3** Perbandingan nilai karakteristik Marshall, kuat tarik dan kehilangan berat

Pengujian		Persyaratan	Persentase <i>Crumb Rubber</i>			
			Kontrol	5%	10%	12%
KAO	%	$\geq 4,0$	5,86	5,21	5,35	5,41
VITM	%	3,5 - 5,5	4,76	3,67	5,63	4,58
VMA	%	$\geq 14$	16,66	16,62	16,14	15,69
VFA	%	$\geq 63$	69,17	70,34	65,8	66,05
Stabilias 30	kg	1000	1229	1766,54	1730,02	1664,51
Stabilias 24	kg	-	1161	1530,02	1522,72	1502,84
Stabilitas Sisa	%	80	94,47	86,61	88,02	90,29
Pelelehan	mm	$\geq 3,0$	4,17	4,6	4,8	4,89
MQ	kg/mm	300	294,72	384,03	360,42	340,39
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	-	2,36	2,30	2,26	2,28

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, antara lain:

1. Dalam pengujian sifat aspal menunjukkan bahwa *crumb rubber* dapat meningkatkan titik leleh, penetrasi dan viskositas sebagai interpretasi sifat aspal mampu menahan beban, suhu tinggi dan suhu rendah. Sifat aspal modifikasi polimer *crumb rubber* telah

memenuhi Revisi SNI 03-1737-1989, Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 dan Per Caltrans 7/2002;

2. Persentase *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer pada campuran laston (AC) yang memberikan hasil optimal adalah campuran dengan persentase *crumb rubber* sebesar 5 % hingga 10 %.
3. Karakteristik Marshall pada campuran yang menggunakan *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer telah memenuhi ketentuan pada Revisi SNI 03-1737-1989 dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010;
4. Nilai kadar aspal modifikasi polimer *crumb rubber* dalam campuran lebih rendah dari kadar aspal Pen 60/70, tetapi memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi. Menunjukkan bahwa kebutuhan aspal modifikasi polimer *crumb rubber* dalam campuran lebih sedikit dengan kekuatan menahan beban yang lebih tinggi dari aspal konvensional. Dan memiliki fungsi yang lebih baik dalam stabilitas (menahan beban), fleksibilitas, tahan terhadap kelelahan, ketahanan (durabilitas) lebih baik dari campuran konvensional.

### Saran

Saran yang diperlukan adalah: (1) Perlu ada penelitian dengan skala 1 : 1, untuk menguji efektivitas pada hasil pengujian laboratorium; (2) Perlu adanya tambahan bahan aditif lain yang dapat mengurangi kekurangan sifat *crumb rubber* dalam aspal modifikasi polimer; serta (3) Perlu adanya kajian nilai ekonomis, sehingga ada gambaran jika dilaksanakan dalam skala sebenarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 2001. Construction of Hot Mix Asphalt Pavement, Manual Series No.22 (MS-22). Second Edition. Lexington, Kentucky, USA.
- Caltrans. 2006. *Asphalt Rubber Usage Guide*. California: State of California Department of Transportation.
- Ditjen Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Purnomo, Wahyu. 2012. Perancangan Laboratorium Campuran Perkerasan HRS-WC dengan *Crumb rubber* sebagai Filler. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- R-SNI M-01-2003. 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Bandung: Pustran-Balitbang, Dep. PU.
- Rev-SNI 03-1737-1989. 2006. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. Bandung: Balitbang, Dep. PU.
- Suparma, L. B. 2001. *The Use of Recycled Waste Plastic in Bituminous Composite*, PhD, Thesis, Unpublished. United Kingdom: The University of Leeds.

## **ZEOLIT ALAM SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN LASTON (AC) DENGAN ASPAL PEN 60/70 DAN ASBUTON (BNA) *BLEND* 75:25**

**Latif Budi Suparma**

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas teknik, UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
suparma@yahoo.com

**Muhammad Andrian**

Magister Sistem dan Teknik Transportasi, UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
adrian\_muh99@yahoo.com

**Wahyu Purnomo**

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
w\_purnomo88@yahoo.com

**Alfian Saleh**

Magister Sistem dan Teknik Transportasi, UGM  
Jl. Grafika No.2, Kampus UGM  
Yogyakarta 55281  
Telp: (0274) 902245  
alfian.saleh@gmail.com

### **Abstract**

General use asphalt mixture in Indonesia is Asphalt Pen 60/70 and rarely utilized Buton Natural Asphalt Blend 75:25. In Indonesia, natural zeolite cannot be utilized optimally as pavement and lower prices of stone dust. The purpose of this study was to determine, looking for the best mixture using zeolite. Testing was conducted by Marshall Method. In this study, variation of natural zeolite in the mixture used 25%, 50%, 75% and 100%. Marshall test results (stability) mixtures using zeolite has a value above which use a mixture of stone dust. The ability to resist deformation in the mix by using natural zeolite has a better value than a mixture of stone dust. Based on the test can be concluded that the natural zeolite can be used as a substitute for the stone dust filler in the mix pavement Asphalt Concrete (AC), with the percentage of natural zeolite optimally between 25% at Pen bitumen 60/70 and 50% at BNA Blend 75:25. Asphalt Concrete (AC) mixture by using natural zeolite has a value of weight-bearing (stability), durability, and flexibility is better than mix with stone dust.

**Keywords:** *Natural zeolite, Asphalt Pen 60/70, Asbuton, Marshall testing.*

### **Abstrak**

Campuran aspal yang digunakan di Indonesia pada umumnya menggunakan aspal Pen 60/70 dan jarang yang memanfaatkan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25. Di Indonesia zeolit alam yang belum dapat dimanfaatkan maksimal sebagai perkerasan dan memiliki harga yang lebih rendah dari abu batu. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui, mencari campuran yang terbaik dengan menggunakan zeolit. Pengujian dilakukan dengan metode Marshall. Pada penelitian ini menggunakan variasi zeolit alam dalam campuran, sebesar 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Hasil pengujian Marshall (stabilitas) campuran yang menggunakan zeolit memiliki nilai di atas campuran yang menggunakan abu batu. Kemampuan untuk menahan deformasi dalam campuran dengan menggunakan zeolit alam memiliki nilai yang lebih baik dari campuran abu batu. Berdasarkan pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa zeolit alam dapat digunakan sebagai pengganti debu batu pada *filler* dalam campuran perkerasan laston (AC), dengan persentase zeolit alam optimal antara 25 % pada aspal Pen 60/70 dan 50 % pada Asbuton *Blend* 75:25. Campuran laston (AC) dengan menggunakan zeolit alam memiliki nilai menahan beban (stabilitas), durabilitas, dan fleksibilitas lebih baik dari campuran dengan abu batu.

**Kata kunci:** *Zeolit alam, Aspal Pen 60/70, Asbuton, pengujian Marshall.*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Perkerasan lentur di Indonesia pada saat ini sebagian besar menggunakan aspal minyak Pen 60/70. Kebutuhan aspal sebagai perkerasan jalan semakin meningkat, sedang aspal

minyak produksi dan jumlahnya masih terbatas, maka di kembangkan aspal yang berasal dari aspal alami (Buton) yang di olah dengan aspal minyak. Jumlah aspal Buton yang belum banyak dimanfaatkan dapat menjadi alternatif mencukupi kebutuhan aspal perkerasan aspal perkerasan. Aspal Buton dengan *Blend* 75:25 memiliki keunggulan tahan terhadap deformasi dari aspal minyak (Fatmawati, 2012).

Zeolit di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya terbatas pada pengolahan limbah. Karakter zeolit pada suhu > 100 °C yang mengeluarkan air yang tersimpan dari rongga batuan dapat membatu proses pencampuran aspal dalam campuran perkerasan. Zeolit alam dengan komposisi 0,3% dari berat campuran merupakan aditif yang memiliki stabilitas terbaik dalam campuran aspal dengan temperatur campuran 120°C (Vaitcus, et al., 2009). Secara umum *filler* dengan menggunakan abu batu atau semen memiliki nilai ekonomis yang tinggi, karena cara memperolehnya dari proses crusher. Zeolit yang diperoleh dari tambang terbuka memiliki nilai ekonomis yang lebih rendah.

Keunggulan zeolit alam yang dipadukan dengan aspal Pen 60/70 dan Asbuton (BNA) Blend 75:25, berdasarkan hal tersebut akan memiliki perkerasan lentur yang lebih baik dalam menahan beban lalu lintas, fleksibel dan tahan lama.

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui karakteristik campuran perkerasan dengan zeolit alam sebagai *filler*; serta (2) untuk mengetahui persentase optimum zeolit alam dalam campuran perkerasan laston (AC) dengan aspal minyak dan aspal buton *blend* 75:25 yang sesuai dengan standar dan persyaratan yang berlaku. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh zeolit alam sebagai bahan pengisi (*filler*) campuran perkerasan laston (AC) dengan aspal minyak dan aspal buton *blend* 75:25 terhadap beban lalu lintas.

### **Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini, antara lain: (1) memanfaatkan zeolit alam sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran perkerasan laston (AC); (2) memanfaatkan zeolit alam agar lebih bermanfaat dengan nilai ekonomis yang lebih rendah dari abu batu atau semen; (3) sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya, perencanaan, dan pelaksanaan di lapangan.

### **Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini, antara lain: (1) Persentase zeolit alam dalam campuran laston (AC) sebanding dengan meningkatnya kebutuhan aspal dalam campuran; serta (2) meningkatnya zeolit alam dalam campuran laston (AC) sebanding dengan kekuatan campuran dalam menahan beban lalu lintas.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan antara beban lalu lintas dengan tanah dasar, yang berfungsi sebagai penerus beban lalu lintas ke tanah dasar, melindungi lapisan di bawahnya yang memiliki kelemahan dalam mendukung beban lalu lintas.

### **Karakteristik Campuran Aspal Perkerasan**

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut: (1) stabilitas; (2) durabilitas (keawetan/daya tahan); (3) fleksibilitas (kelenturan); (4) *skid resistance* (kekesatan); (5) *fatigue resistance* (ketahanan kelelahan); serta (5) *workability* (kemudahan pelaksanaan).

### **Agregat**

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran agregat aspal yang berupa berbagai jenis butiran-butiran atau pecahan yang termasuk di dalamnya antara lain; pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran aspal buatan.

### **Bahan Pengisi (*Filler*)**

*Filler* adalah material yang lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan termasuk kapur hidrat, abu terbang, Portland semen dan abu batu. *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur serta mengurangi jumlah rongga udara dalam campuran.

### **Aspal**

Aspal didefinisikan sebagai suatu cairan yang lekat atau berbentuk padat, yang terdiri dari *hydrocarbons* atau turunannya, terlarut dalam *trichloro-ethylene* dan bersifat tidak mudah menguap serta lunak secara bertahap jika dipanaskan. Aspal berwarna hitam, material keras (bersifat semen) yang memiliki konsistensi dari pada menuju ke semi pada pada temperatur normal. (MS-22, *Asphal Institute*, 1989).

### **Aspal Minyak**

Aspal yang merupakan hasil residu destilasi minyak bumi yang bersifat viscoelastic (Rev. SNI 03-1737-1989). Aspal minyak diproses secara ekonomis untuk dapat menghasilkan produk-produk yang dapat beragam dan dapat dijual.

### **Aspal Alami Buton (BNA) blend 75:25**

Aspal Buton Alami / *Buton Natural Asphalt* (BNA) blend 75/25 merupakan aspal *blend* (campuran) dari aspal buton dan aspal minyak Pertamina 60/70. BNA blend 75:25 termasuk ke dalam jenis aspal modifikasi.

### **Zeolit Alam**

Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Zeolit merupakan kristal alumina silikat dengan rumus empiris  $Mx/n.(AlO_2)_x.(SiO_2)_y.xH_2O$ . Zeolit alam ataupun zeolit sintesis memiliki jumlah yang berbeda dalam mengikat air dan melepaskannya. Penambahan zeolit pada aspal campuran panas pada temperatur campuran 100 °C hingga 200 °C, mengakibatkan lepasnya kandungan air yang ada di dalamnya (Devivere, M. Von, et al, 2010).

### **Campuran Perkerasan Lapis Aspal Beton (Laston/AC)**

Lapis Aspal Beton (Laston / Asphalt Concrete) merupakan lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural. Campuran ini terdiri dari agregat bergradasi menerus (*dense graded*) dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Laston merupakan campuran yang memiliki nilai struktural (Pedoman Teknik No.025/T/BM/1999).

### **Pengujian Marshall**

Pengujian *Marshall* meliputi pengujian stabilitas dan kelelahan pada benda uji campuran aspal yang telah dipadatkan, untuk mengetahui karakteristik campuran.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Tahapan Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan pelaksanaan penelitian akan dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu:

1. Tahapan Pengumpulan Data yang dilakukan pada tahap ini, adalah mengkaji data sekunder dari berbagai literatur dan standar pada Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010);
2. Tahapan Pengujian Laboratorium yang dilakukan pada tahap ini, adalah melakukan kegiatan menguji mutu bahan campuran, merancang campuran rencana, dan menguji campuran perkerasan laston (AC); serta
3. Tahapan Analisis dan Kesimpulan yang dilakukan pada tahap ini, adalah memberikan analisis dari hasil pengujian dengan membandingkan persyaratan yang terdapat dalam Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010), kemudian memberikan kesimpulan, saran dari penelitian yang dilakukan dan memberikan rekomendasi terhadap penggunaan zeolit alam sebagai pengganti abu batu / semen pada *filler* dalam skala besar.

### **Pelaksanaan Pengujian Laboratorium**

Pada tahap pengujian dilakukan 3 proses. Proses awal melakukan kegiatan persiapan alat dan bahan, serta pengujian mutu bahan campuran. Spesifikasi Aspal Pen 60/70 dan Asbuton berdasarkan Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010). Pada proses selanjutnya melakukan kegiatan perancangan campuran rencana untuk memperoleh KAO dan membuat benda uji campuran berdasarkan nilai KAO dan persentase maksimum zeolit alam pada campuran. Penentuan suhu aspal Pen 60/70 dan Asbuton pada campuran menggunakan viskositas pada saat nilai 0,2 Pa.s (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010). Pada proses akhir menitik beratkan pada pengujian Marshall. Pelaksanaan pengujian berdasarkan RSNI M-01-2003 (metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat Marshall).

### **Parameter Campuran Aspal (Karakteristik Marshall)**

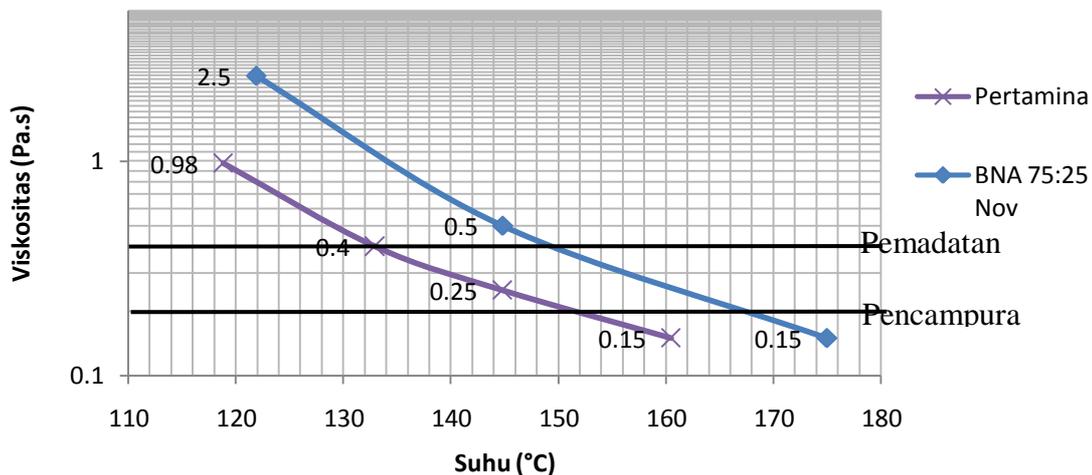
Parameter yang digunakan dalam mengukur kinerja campuran aspal yang bergantung pada karakteristik Marshall, antara lain: stabilitas, kepadatan, rongga di dalam agregat mineral (*voids in the mineral aggregate*, VMA), rongga dalam campuran (*voids in the mix*, VITM), rongga terisi aspal (*voids filled with asphalt*, VFWA), kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient*. Standar yang digunakan dalam pengujian sesuai dengan Spesifikasi Umum (Bina Marga, 2010), dan Revisi SNI 03-1737-1989 (Pelaksanaan lapis campuran beraspal panas). Campuran yang di gunakan dalam pengujian ini adalah lapis antara laston (AC-BC).

## **HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengujian Bahan Campuran**

Campuran beraspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal. Pada studi penelitian ini menggunakan agregat dari Clereng dan bahan pengisi dari debu batu

dari PT. Perwita Karya, serta aspal berasal dari Pertamina AC Pen 60/70. Zeolit alam sebagai *filler* berasal dari Klaten dengan ukuran lolos saringan No.200 (0,075 mm). Pengujian berat jenis zeolit alam sesuai dengan SNI 15-2531-1991. Berdasarkan hasil pengujian bahan yang akan digunakan telah memenuhi persyaratan yang sesuai standar. Hasil pengujian viskositas aspal terdapat pada Gambar 1 dan pengujian mutu aspal terdapat pada Tabel 1. Suhu pencampuran Aspal Pen 60/70 pada suhu 151 °C dan Asbuton *Blend* 75:25 pada suhu 167 °C.



**Gambar 1** Hasil pengujian viskositas Aspal Pertamina dan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25

### Perancangan Campuran Rencana, Pengujian KAO dan Pengujian Marshall

Persentase yang digunakan dalam perancangan campuran perkerasan lapis antara laston (AC-BC) adalah 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik campuran diperlukan penentuan kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum bertujuan untuk mengetahui suatu campuran memiliki kekuatan/persyaratan teknis yang baik dengan nilai ekonomis yang baik/rendah.

Hasil pengujian Marshall yang telah dilakukan, menghasilkan kebutuhan kadar aspal optimum untuk masing-masing persentase zeolit alam terdapat pada Gambar2 dan Tabel 4. Semakin besar persentase zeolit alam semakin tinggi kebutuhan aspal dalam campuran. Secara teknis hal ini, disebabkan karena berat jenis zeolit alam di bawah debu batu, dan fungsi *filler* dalam lapis antara laston berfungsi sebagai nilai struktural pengisi rongga di sela-sela agregat kasar dan halus, sehingga volume kebutuhan bahan pengisi lebih rendah yang berakibat pada semakin banyak aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga pada campuran.

**Tabel 1** Hasil Pengujian Mutu Aspal Pen 60/70 dan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25

Jenis Pengujian	Satuan	Pen 60/70		Asbuton	
		Pesyaratan*	Pengujian	Pesyaratan*	Pengujian
Penetrasi 25 °C	0,1 mm	60-70	60,6	≥ 50	55
Viskositas 135 °C	cSt	≥ 300	346	385 - 2000	828,88
Titik Lembek	°C	≥ 48	48,75	≥ 53	53,25
Titik Nyala	°C	≥ 200	331	≥ 225	320
Daktalitas 25 °C	cm	≥ 100	≥ 100	≥ 50	48

Kelarutan dalam TCE	%	≥ 99	99,66	≥ 90	84,52
Berat yang hilang	%	≤ 0,8	0,048	≤ 2	0,078
Penetrasi setelah kehilangan berat	0,1 mm	≥ 54	95,05	≥ 50	94,65

\* Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Bina Marga, 2010), Revisi SNI 03-1737-1989

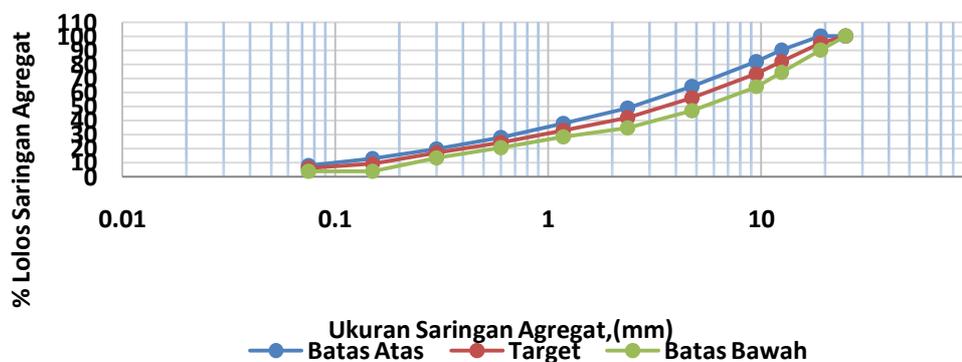
### Gradasi Campuran

Campuran perkerasan lapis antara laston (AC-BC) dengan menggunakan zeolit alam sebagai *filler* menggunakan rencana gradasi yang terdapat dalam Gambar 2 yang berdasarkan pada Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga.

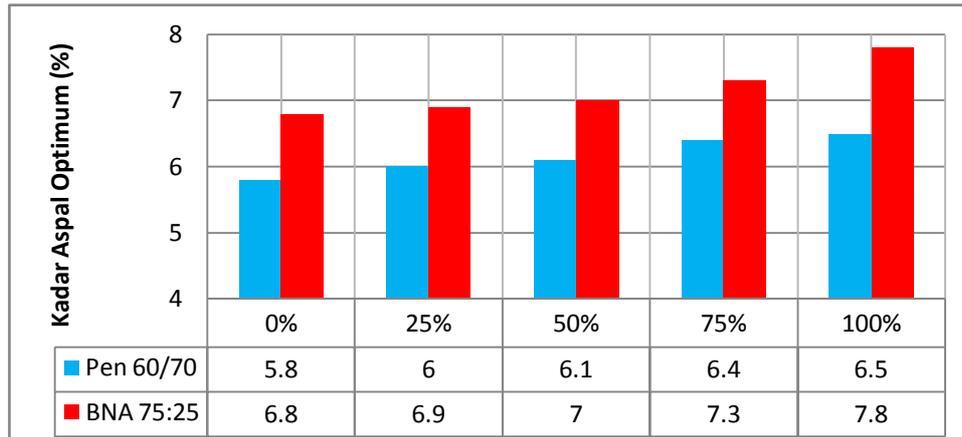
### Hasil Pengujian dan Analisis Karakteristik Marshall

Pengujian Marshall bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal. Hasil pengujian Marshall terdapat pada Tabel 2. Kebutuhan aspal dalam campuran perkerasan lapis antara laston (AC-BC) semakin meningkat sesuai dengan meningkatnya persentase zeolit alam dalam campuran tersebut. Hal ini di tunjukkan dalam Gambar 2. Hal ini, dapat disebabkan luas permukaan yang diselimuti oleh aspal semakin meningkat sejalan dengan meningkat jumlah luas permukaan zeolit alam dan abu batu dalam campuran. Selain itu, tingkat penyerapan zeolit yang tinggi juga berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan aspal.

Gambar 3 menunjukkan nilai stabilitas zeolit alam pada campuran aspal perkerasan, memiliki nilai lebih besar dari campuran perkerasan dengan abu batu. Hal ini, berakibat meningkatnya stabilitas sehingga kekuatan campuran aspal untuk menahan beban lalu lintas naik dan lebih baik. Hal ini, dapat disebabkan berat jenis zeolit alam di bawah berat jenis debu batu sehingga jumlah butiran semakin banyak dan dapat mengisi rongga diantara agregat. Selain itu, terjadinya pelepasan air membantu aspal untuk dapat menyelimuti agregat dan masuk di rongga antar agregat lebih baik dari abu batu. Akan tetapi, semakin banyak zeolit alam yang menggantikan abu batu akan mengalami penurunan stabilitas. Hal ini, lebih disebabkan pada berat jenis zeolit alam yang lebih rendah dari abu batu, sehingga semakin banyak stabilitasnya semakin menurun. Oleh karena itu perlu dicari nilai optimal zeolit alam sebagai *filler*. Dari data yang ada, persentase zeolit alam yang memiliki stabilitas di atas kontrol dan lebih tinggi dari variasi zeolit alam lainnya adalah 25 % (30 menit = 2178 kg; 24 jam = 1936 kg; dan stabilitas sisa 88,89 %) untuk Asbuton BNA Blend 75:25, dan 50 % (30 menit = 1365 kg; 24 jam = 1223 kg; dan stabilitas sisa 89,64 %).



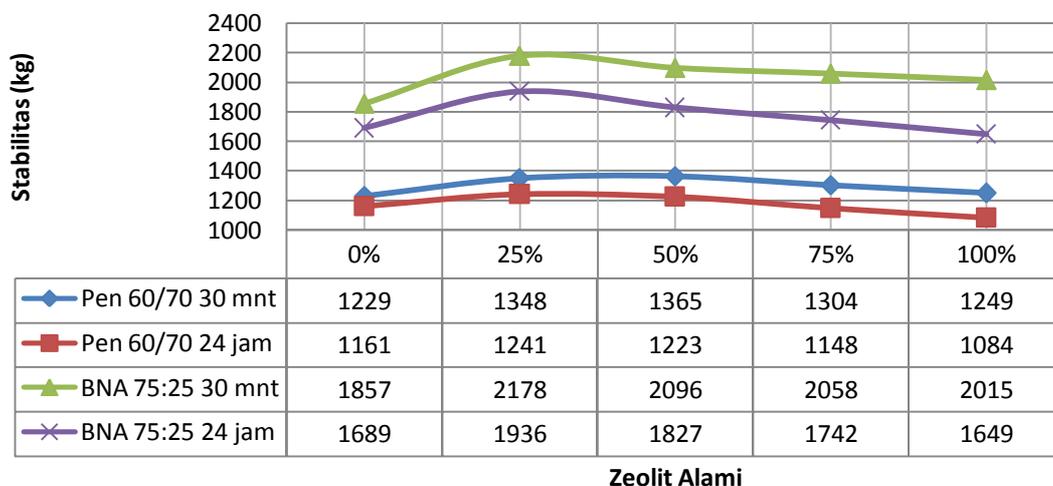
Gambar 2 Gradasi Lapis Antara Aspal Beton (Laston/AC-BC)



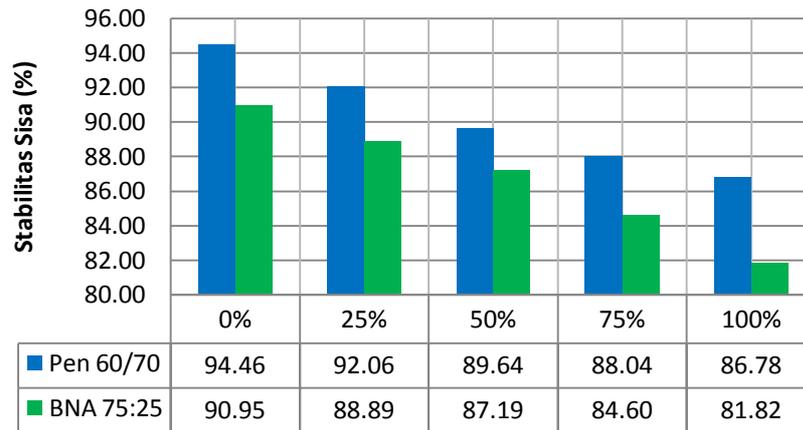
**Gambar 3** Kadar aspal optimum (KAO) berdasarkan persentase zeolit alam

Gambar 3 menunjukkan bahwa aspal dengan menggunakan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25 memiliki stabilitas yang tinggi dari aspal Pen 60/70. Hal ini, menunjukkan bahwa kemampuan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25 dalam menahan beban lalu lintas lebih baik dari aspal Pen 60/70.

Daya tahan (durabilitas) campuran perkerasan dipengaruhi oleh nilai VFA. Berdasarkan Tabel 2. Nilai VFA untuk aspal Asbuton (BNA) *Blend* 75:25 secara umum mengalami kenaikan, sehingga zeolit alam dalam campuran tersebut dapat meningkatkan durabilitas campuran, tetapi aspal Pen 60/70 mengalami penurunan sehingga durabilitas belum sebaik campuran perkerasan dengan abu batu. Fleksibilitas campuran dapat dilihat dari menurunnya nilai VITM/VIM. Campuran perkerasan dengan menggunakan aspal Pen 60/70 memiliki fleksibilitas yang lebih baik dari campuran perkerasan dengan menggunakan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25. Hal ini, disebabkan adanya butiran mineral dalam Asbuton yang belum larut dalam campuran, sehingga menambah *filler* ataupun agregat halus dalam campuran yang akan mempengaruhi nilai karakteristik Marshall. Nilai VMA dalam campuran mempengaruhi nilai fleksibilitas. Secara umum VMA dalam campuran perkerasan dengan menggunakan Aspal Pen 60/70 dan Asbuton (BNA) *Blend* 60/70 meningkat, tetapi nilai fleksibilitas yang terbaik adalah dengan menggunakan Aspal Pen 60/70.



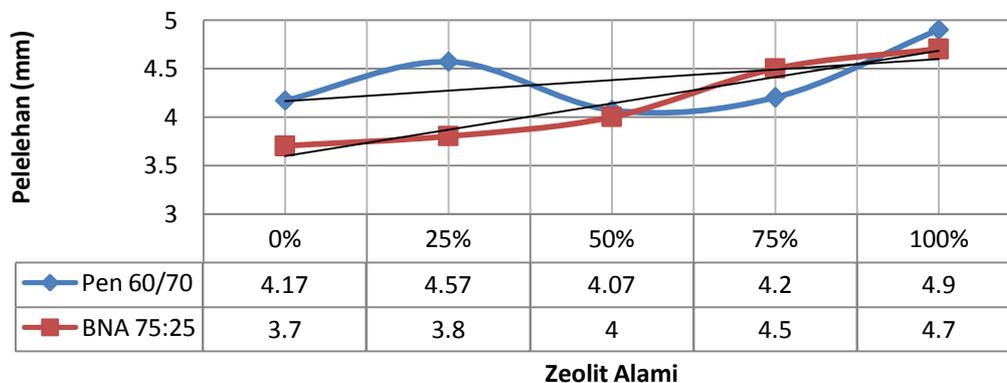
**Gambar 4** Stabilitas Campuran dengan menggunakan Zeolit alam



**Gambar 5** Stabilitas sisa dengan menggunakan zeolit alam dalam campuran HRS-WC

Stabilitas sisa pada Gambar 5 dalam pengujian menunjukkan adanya penurunan pada campuran dengan zeolit alam. Hal ini membuktikan bahwa durabilitas campuran dengan zeolit alam sebagai *filler* masih di bawah dari campuran konvensional atau campuran lapis antara laston (AC) dan secara umum telah memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Umum 2010.

Nilai pelelehan semakin besar, maka fleksibilitas dan kemampuan menahan beban untuk terjadinya deformasi semakin baik. Jika nilai pelelehan semakin kecil, maka campuran akan cepat terjadinya kelelahan yang berakibat semakin cepat getas. Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan nilai pelelehan secara linear sebanding dengan kenaikan persentase zeolit alam. Hal ini, menunjukkan fleksibilitas dari campuran perkerasan dengan menggunakan zeolit alam lebih baik dari campuran perkerasan konvensional.



**Gambar 5** Pelelehan dengan menggunakan zeolit alam dalam campuran perkerasan lapis antara Laston (AC)

### Persentase Zeolit alam yang Optimal dalam Campuran HRS-WC

Secara umum hasil pengujian karakteristik Marshall telah memenuhi standar yang ditetapkan Bina Marga. Berdasarkan hasil dan pembahasan, zeolit alam sebagai *filler* memiliki karakteristik Marshall yang baik dan lebih baik dari campuran perkerasan. Nilai perbandingan tersebut terdapat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Perbandingan nilai karakteristik Marshall

Pengujian		Persyaratan	Kontrol (0 % Zeolit)		25 % Zeolit		50 % Zeolit		75 % Zeolite		100 % Zeolit	
			Pen 60/70	BNA 75:25	Pen 60/70	BNA 75:25	Pen 60/70	BNA 75:25	Pen 60/70	BNA 75:25	Pen 60/70	BNA 75:25
KAO	%	≥ 4,0	5,8	6,8	6	6,9	6,1	7	6,4	7,3	6,5	7,8
VITM	%	3,5 - 5,5	4,76	3,72	4,65	3,52	4,81	3,49	4,99	3,36	5,43	3,17
VMA	%	≥ 14	16,66	14,68	16,34	14,18	16,87	14,44	17,42	14,72	16,74	14,93
VFA	%	≥ 63	69,17	74,82	65,29	75,78	68,07	75,84	66,16	77,19	63,04	78,79
Stab. 30 mnt	kg	1000	1229	1857	1348	2178	1365	2096	1304	2058	1249	2015
Stab. 24 jam	kg	-	1161	1689	1241	1936	1223	1827	1148	1742	1084	1649
Stab. Sisa	%	80	94,5	91,0	92,1	88,9	89,6	87,2	88,0	84,6	86,8	81,8
Pelelehan	mm	≥ 3,0	4,17	3,7	4,57	3,8	4,07	4	4,2	4,5	4,9	4,7
MQ	kg/mm	300	294,7	501,9	295,1	573,1	335,3	524,0	310,5	457,4	254,8	428,8
Berat Jenis	gr/cm <sup>3</sup>	-	2,356	2,354	2,395	2,356	2,362	2,354	2,327	2,347	2,335	2,341

Pelaksanaan di lapangan sebaiknya menggunakan campuran dengan zeolit alam antara 25 % pada aspal Pen 60/70 dan 50 % pada aspal Asbuton (BNA) *Blend* 75:25. Hal ini, disebabkan dalam beberapa hasil pengujian Marshall memiliki nilai yang lebih baik dari kontrol atau campuran perkerasan lapis antara laston (AC-BC) konvensional.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, antara lain:

1. Pada karakteristik Marshall yang telah ditentukan pada Revisi SNI 03-1737-1989 dan Spesifikasi Umum 2010, campuran perkerasan laston (AC) dengan menggunakan zeolit alam sebagai *filler* telah memenuhi spesifikasi dan persyaratan tersebut.
2. Pada campuran perkerasan laston (AC) dengan aspal Pen 60/70 dan zeolit alam memiliki fungsi yang baik dalam fleksibilitas dan tahan terhadap kelelahan.
3. Campuran campuran perkerasan laston (AC) dengan Asbuton (BNA) *Blend* 75:25 dan menggunakan zeolit alam memiliki ketahanan (durabilitas) dan stabilitas lebih baik dari campuran perkerasan konvensional yang menggunakan aspal Pen 60/70.
4. Persentase zeolit alam sebagai bahan pengganti debu batu pada bahan pengisi campuran perkerasan laston (AC) yang memberikan hasil optimal adalah campuran dengan persentase zeolit alam sebesar 25 % pada aspal Pen 60/70 dan 50 % pada Asbuton (BNA) *Blend* 75:25.

## **Saran**

Saran yang diperlukan adalah:

1. Perlu ada penelitian dengan skala 1 : 1, untuk menguji efektivitas pada hasil pengujian laboratorium, serta
2. Perlu adanya kajian nilai ekonomis, sehingga ada gambaran jika dilaksanakan dalam skala sebenarnya dan membandingkan dengan kondisi campuran perkerasan yang konvensional.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Asphalt Institute. 2001. Construction of Hot Mix Asphalt Pavement, Manual Series No.22 (MS-22). Second Edition. Lexington, Kentucky. USA.
- Ditjen Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Deviver, M. von, et al. 2010. Warm Asphalt Mixes by Adding Aspha-mina Synthetic Zeolite. Jerman: Eurovia.
- R-SNI M-01-2003. 2003. Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall. Bandung: Pustran-Balitbang, Dep. PU.
- Rev-SNI 03-1737-1989. 2006. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston). Bandung: Balitbang, Dep. PU.
- Suparma, L. B. 2011. Bahan Konstruksi. Bahan Kuliah MSTT. Yogyakarta: Penerbit MSTT, Universitas Gadjah Mada.
- Vaitkus, Audrius, et al. 2009. Analysis and Evaluation of Possibilities for The Use of Warm Mix Asphalt in Lithuania. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering.

## KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL PORUS DENGAN AGREGAT DARI LOLI DAN TAIPA

### Hendrik

Student of Civil Engineering  
Department-UNTAD  
Kampus Bumi Tadulako Tondo  
Jln. Soekarno-Hatta KM. 9  
Palu-Sulawesi Tengah 94118  
Telp: (0451) 422611

### Arief Setiawan

KK Transportasi  
Universitas Tadulako  
Kampus Bumi Tadulako Tondo  
Jln. Soekarno-Hatta KM. 9  
Palu-Sulawesi Tengah 94118  
Telp: (0451) 422611  
[rief\\_mt@yahoo.co.id](mailto:rief_mt@yahoo.co.id)

### Mashuri

KK Transportasi  
Universitas Tadulako  
Kampus Bumi Tadulako Tondo  
Jln. Soekarno-Hatta KM. 9  
Palu-Sulawesi Tengah 94118  
Telp: (0451) 422611

### Abstract

One type of pavement that was developed in the surface layer is porous asphalt. Characteristics of porous asphalt mixture is not only influenced by the percentage of the aggregate but also influenced by the characteristics of the aggregates. Sources of different materials will provide different material characteristics. The purpose of this study was to investigate the characteristics of porous asphalt mix material from several sources, namely Loli (Donggala) and Taipa (Palu) in the province of Central Sulawesi. The study was conducted to test the feasibility of testing the material then mix in accordance with the specifications that cantabro test, permeability, drain down and Marshall test. The results showed that based on the characteristics of porous asphalt aggregate mixture Taipa superior to other aggregate and aggregate third source can be used as porous asphalt mixture.

**Key Words:** *Porous Asphalt, Agregat, Loli, Taipa*

### Abstrak

Salah satu tipe perkerasan yang dikembangkan pada lapisan permukaan adalah aspal porus. Karakteristik campuran aspal porus tidak hanya dipengaruhi oleh persentase agregat tetapi dipengaruhi juga oleh karakteristik agregat. Sumber material yang berbeda akan memberikan karakteristik material yang berbeda pula. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porus dari beberapa sumber material yaitu Loli (Kabupaten Donggala) dan Taipa (Kota Palu) di provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian dilakukan menguji kelayakan material kemudian dilakukan pengujian campuran sesuai dengan spesifikasinya yaitu uji cantabro, permeabilitas, drain down dan uji Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan karakteristik campuran aspal porus agregat Taipa lebih unggul dibandingkan agregat lainnya dan ketiga sumber agregat dapat digunakan sebagai campuran aspal porus.

**Kata Kunci:** *Aspal Porus, Agregat, Loli, Taipa*

## PENDAHULUAN

Salah satu tipe perkerasan yang dikembangkan pada lapisan permukaan adalah aspal porus. Aspal porus didesain sehingga memiliki porositas yang relatif lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan lain, sifat porus ini diperoleh karena proporsi agregat halus lebih sedikit dibandingkan campuran jenis lain.

Aspal porus sangat terkait dengan perilaku dan sifat-sifat campuran beraspal yang menggunakan gradasi agregat dengan jumlah fraksi kasar di atas 85% terhadap berat total campuran, sehingga struktur yang dihasilkan berongga. Rongga yang ada tersebut memberikan kemampuan mengalirkan air dengan baik untuk arah vertikal maupun horizontal sehingga akan menjaga lapisan permukaan tetap kering.

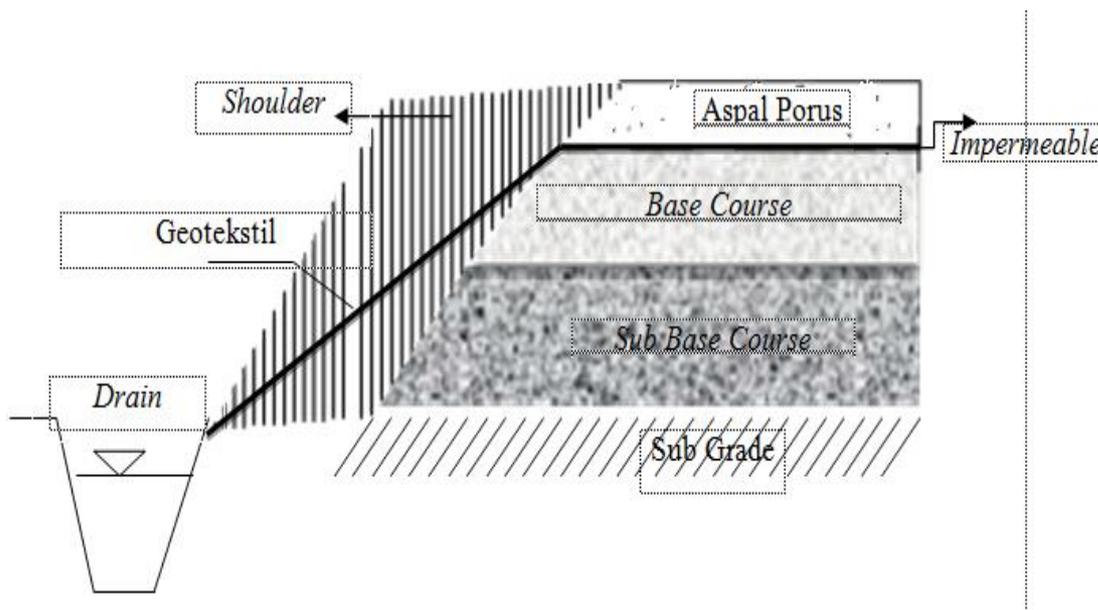
Karakteristik campuran aspal porus tidak hanya dipengaruhi oleh persentase agregat tetapi dipengaruhi juga oleh karakteristik agregat. Sumber material yang berbeda akan memberikan karakteristik material yang berbeda pula. Di Provinsi Sulawesi Tengah

khususnya di Kota Palu dan Kabupaten Donggala terdapat beberapa lokasi *Stone Crusher* yang dapat digunakan sebagai campuran aspal porous, antara lain berada di Taipa (Kota Palu), dan Loli (Kabupaten Donggala). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal porous dari beberapa sumber material.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Aspal Porus

Aspal Porus merupakan perkembangan dari teknologi perkerasan lentur yang memanfaatkan besarnya pori yang sengaja dibuat dengan maksud sebagai alur alir bagi air ketika terjadi genangan pada lapisan permukaan jalan. Penggunaan nama Aspal Porus sangat terkait dengan perilaku atau sifat-sifat campuran beraspal yang menggunakan gradasi agregat dengan jumlah fraksi kasar yang lebih banyak dari berat total campuran, sehingga struktur yang dihasilkan lebih terbuka dan berongga. Campuran aspal porous merupakan generasi baru dalam perkerasan lentur, yang membolehkan air meresap ke dalam lapisan atas (*wearing course*) secara vertikal dan horizontal. Lapisan aspal porous ini secara efektif dapat memberikan tingkat kenyamanan terutama diwaktu hujan agar tidak terjadi genangan-genangan air serta memiliki kekesatan permukaan yang lebih kasar dan dapat mengurangi kebisingan. (Djumari, 2009)



**Gambar 1.** Sistem Drainase pada Aspal Porus

Sumber: Ismunandar, 2011

Penggunaan aspal porous memiliki keuntungan dan kerugian. Pada umumnya keuntungan menggunakan aspal porous adalah,:

1. Mengurangi genangan air pada permukaan jalan ketika hujan
2. Mengurangi efek percikan dan semprot ketika kendaraan melewati permukaan jalan
3. Mengurangi efek silau.
4. Meningkatkan keselamatan berkendara di jalan sehingga meminimalisir intensitas kecelakaan yang tinggi.

5. Mengurangi kebisingan.

Sedangkan kerugian menggunakan aspal porus adalah :

1. Durabilitas yang lebih rendah sehingga umurnya lebih pendek.
2. Biaya relatif besar, khususnya di daerah perkotaan karena memerlukan drainase dan perawatan khusus.
3. Lebih mudah terkontaminasi dengan air tanah.

Syarat dan ketentuan campuran aspal porus dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Ketentuan Campuran Aspal Porus

Kriteria Perencanaan	Nilai
Uji Cantabro (%)	Maks. 15
Uji Permeabilitas (cm/detik)	0,1-0,3
Uji Drain Down	Maks. 0,3
Kadar rongga dalam campuran (VIM, %)	15-25
Stabilitas Marshall (Kg)	Min. 500
Kelelahan Marshall (mm)	2-6
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min 200
Jumlah Tumbukan	50

Sumber: Road Engineering Association of Malaysia, November, 2007

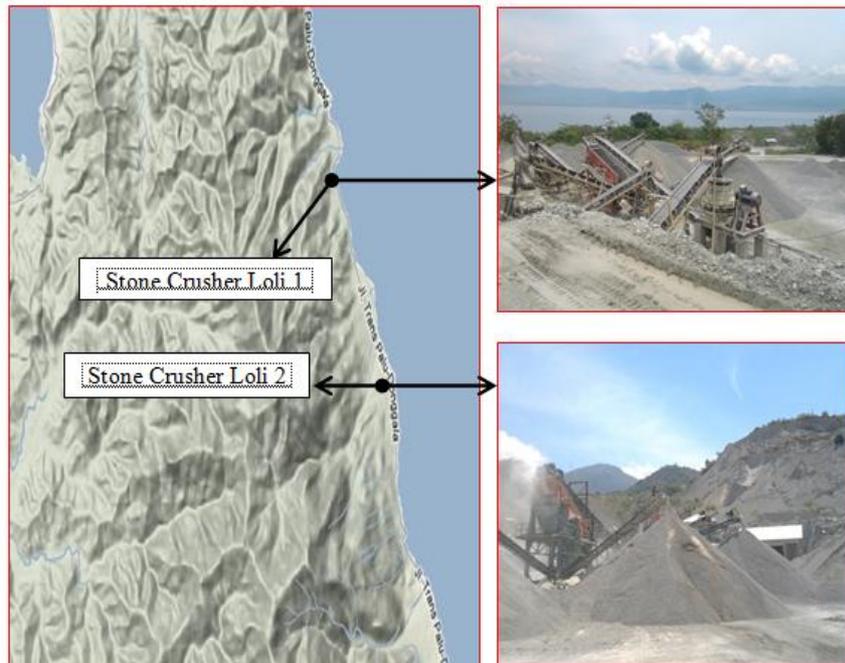
## AGREGAT LOLI DAN TAIPA

### Lokasi Pengambilan Agregat

Pengambilan agregat dilakukan di 3 (tiga) lokasi yaitu di stone crusher Loli 1, Loli 2 dan stone crusher di Taipa. Letak dari setiap lokasi pengambilan agregat dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2.** Lokasi pengambilan agregat di Stone Crusher Taipa



**Gambar 3.** Lokasi pengambilan agregat di *stone crusher* Loli (1 dan 2)

*Stone crusher* Taipa mengolah material **batu kali** sedangkan di Loli material yang diolah adalah **batu gunung**. Jarak antara *stone crusher* Loli 1 dan Loli 2 sekitar 2 Km. Agregat yang diambil kemudian diperiksa di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik guna mengetahui kelayakan material tersebut untuk digunakan dalam campuran aspal porus.

### Karakteristik Agregat

Hasil pemeriksaan karakteristik Agregat Kasar  $\frac{3}{4}$ " dan debu Batu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar  $\frac{3}{4}$ "

No	Pengujian	Hasil Pemeriksaan			Spesifikasi	Satuan
		Loli 1	Taipa	Loli 2		
1	Abrasi	29,04	27,5	28,28	Maks.40	%
2	a. BJ. Bulk	2,587	2,624	2,579	Min.2,5	
	b. BJ. SSD	2,632	2,664	2,62		
	c. BJ. App	2,709	2,733	2,688		
	d. Penyerapan	1,736	1,516	1,572		

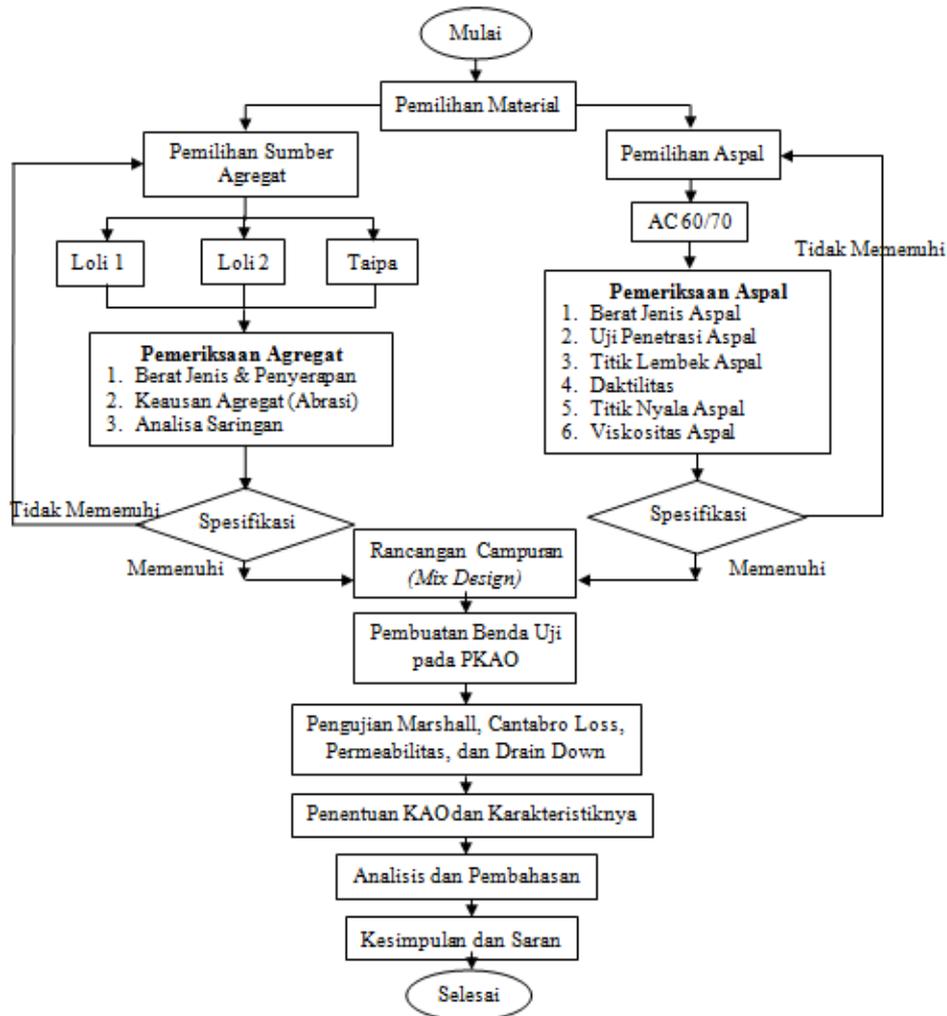
**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan Karakteristik Debu Batu

No	Pengujian	Hasil Pemeriksaan			Spesifikasi	Satuan
		Loli 1	Taipa	Loli 2		
1	a. BJ. Bulk	2,485	2,595	2,676	Min.2,5	
	b. BJ. SSD	2,536	2,669	2,717		
	c. BJ. App	2,618	2,800	2,970		
	d. Penyerapan	2,041	2,896	1,524		

## METODE PENELITIAN

### Bagan Alir

Penelitian ini dilaksanakan dengan bagan alir pada Gambar 4 berikut.

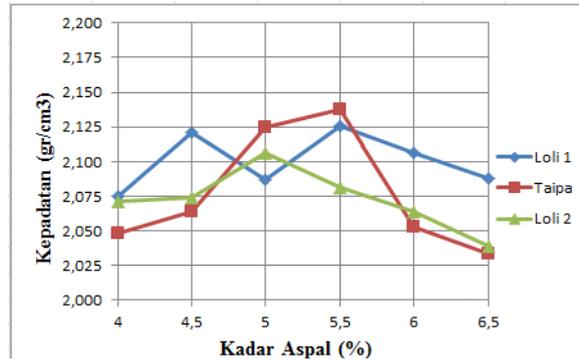


Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kepadatan

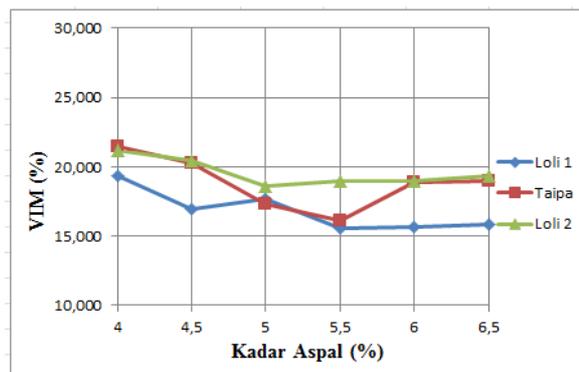
Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kepadatan Loli 1, 2 dan Taipa memberikan kecenderungan yang sama yakni semakin tinggi kadar aspal maka terjadi peningkatan kepadatan karena aspal menjadi perekat tetapi ketika penambahan aspal terus dilakukan maka aspal berubah menjadi pelicin sehingga kepadatannya menurun. Nilai kepadatan tertinggi dihasilkan oleh sumber agregat dari Taipa.



Gambar 5. Hubungan antara Kepadatan dengan Kadar Aspal

### Rongga Udara atau *Void In The Mix* (VIM)

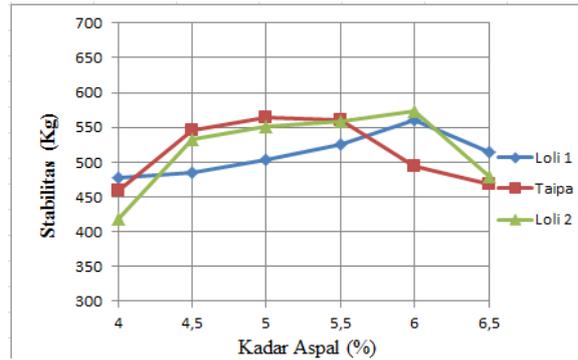
Rongga udara memenuhi persyaratan 15% sampai dengan 25% untuk semua sumber agregat. Gambar 6 memperlihatkan bahwa Loli 1 memiliki nilai VIM terendah hal ini disebabkan oleh nilai abrasi Loli 1 tertinggi diantara yang lain sehingga pada saat pemadatan terjadi perubahan gradasi yang berakibat susunan gradasi menjadi lebih rapat dibandingkan agregat lainnya.



Gambar 6. Hubungan antara VIM dengan Kadar Aspal

### Stabilitas

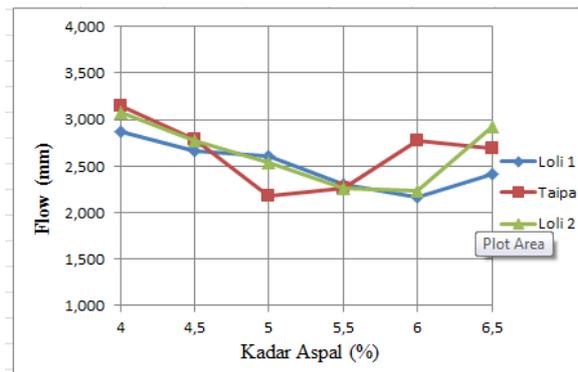
Stabilitas sangat dipengaruhi oleh kadar aspal. Kecenderungan yang terjadi sama dengan kepadatannya dimana aspal pada kadar tertentu menjadi perekat, stabilitas meningkat, tetapi ketika kadarnya lebih dari yang dibutuhkan maka berubah menjadi pelicin, stabilitas menurun. Secara umum material dari Taipa memiliki nilai stabilitas relatif lebih tinggi dibandingkan sumber agregat lainnya. Kepadatan campuran berpengaruh terhadap kemampuan campuran dalam memberikan ketahanan terhadap deformasi. Dengan demikian Taipa memiliki kepadatan lebih tinggi sehingga memberikan stabilitas yang tinggi pula. Hasil pengujian stabilitas untuk sumber agregat Taipa dan Loli dapat dilihat pada Gambar 7. Spesifikasi memberikan batasan minimal stabilitas sebesar 500 kg sehingga beberapa kadar aspal tidak dapat memenuhi spesifikasi. Hal ini akan mempengaruhi penentuan kadar aspal optimum.



Gambar 7. Hubungan antara Stabilitas dengan Kadar Aspal

### Kelelehan (flow)

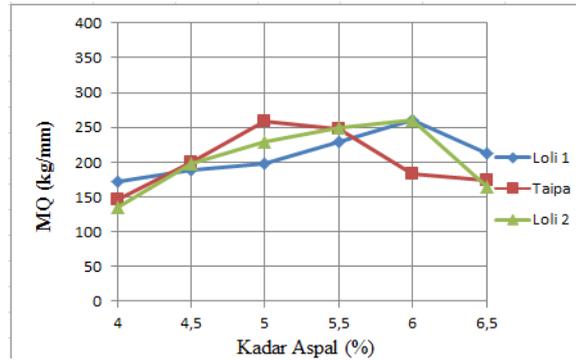
Batasan nilai kelelehan adalah 2 mm sampai dengan 6 mm. Gambar 8 menunjukkan bahwa semua sumber agregat memenuhi spesifikasi tersebut. Kelelehan sangat dipengaruhi oleh kadar aspal. Pada beton aspal semakin tinggi kadar aspal maka akan semakin besar pula kelelehannya. Namun hal tersebut tidak terjadi pada aspal porus pada kadar aspal pengujian 4% sampai 6,5 %. Kadar aspal yang meningkat justru menurunkan kelelehan pada batas tertentu kemudian dia akan meningkat kembali. Tidak terjadinya peningkatan kelelehan karena pada rongga yang relatif besar (>15%) sehingga saat pengujian Marshall kekuatan campuran lebih ke kontak antar agregat, aspal lebih mengisi ke rongga.



Gambar 8. Hubungan antara Kelelehan (Flow) dengan Kadar Aspal

### Kekakuan, Marshall Quotient (MQ)

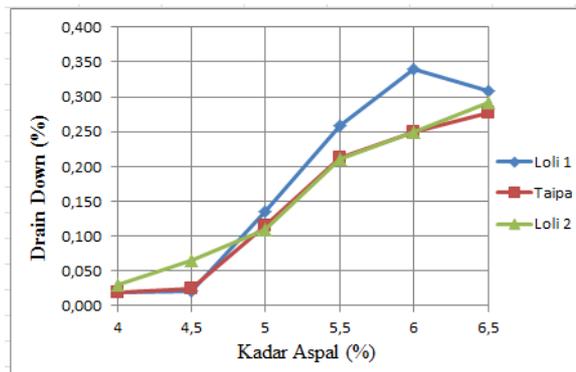
Marshall quotient diperoleh dengan cara membagi stabilitas dengan kelelehan. MQ menunjukkan kekakuan campuran, semakin besar nilai MQ semakin kaku campuran beraspal. Persyaratan MQ untuk campuran aspal porus adalah minimal 200 kg/mm. Hasil pengujian menunjukkan MQ untuk Taipa melebihi batas minimal pada kadar aspal 4,5% - 6%, Loli 2: 4,5%-6,5% sedangkan Loli 1 pada kadar aspal 5%-6,5%. Nilai MQ tertinggi sekitar 250 kg/mm untuk ketiga sumber agregat.



Gambar 9. Hubungan antara MQ dengan Kadar Aspal

### Hasil Uji Drain Down

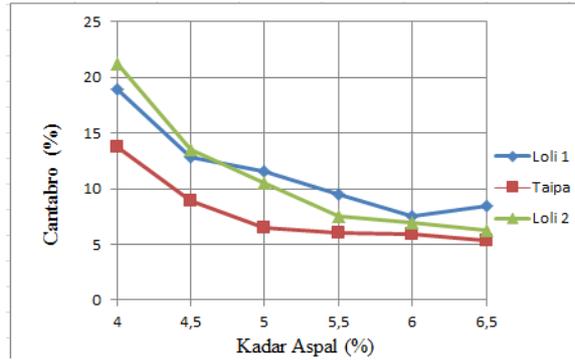
Pengujian *drain down* merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui jumlah *drain-down* yang terjadi pada campuran beraspal yang belum dipadatkan, yaitu selama produksi, pengangkutan dan penempatan campuran. Prinsip dasar dari pengujian ini adalah membandingkan banyaknya aspal yang jatuh setelah campuran didiamkan dalam *oven* dengan suhu pencampuran selama 1 jam ± 5 menit. Persentase kehilangan berat yang dapat diterima tidak lebih 0,3% dari berat sebelum pengujian. Agregat Loli memiliki hasil *drain down* tertinggi. *Drain down* dipengaruhi oleh karakteristik agregat penyusun campuran diantaranya penyerapan terhadap aspal dan tekstur permukaan agregat.



Gambar 10. Hubungan antara *Drain Down* dengan Kadar Aspal

### Hasil Uji Cantabro

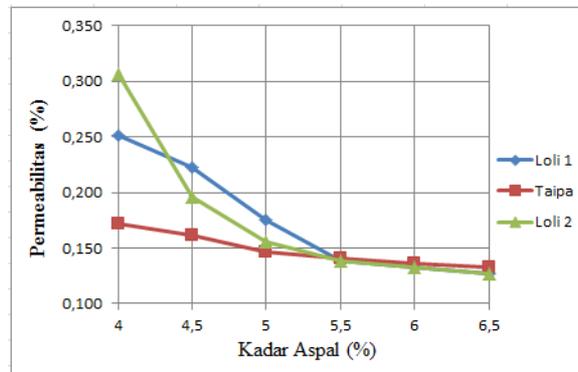
Prinsip dasar dari pengujian ini adalah membandingkan besarnya berat pada campuran beraspal yang telah dilakukan pengujian dengan berat semula. Prosentase kehilangan berat yang dapat diterima tidak lebih 15% dari berat semula campuran. Dari hasil pengujian yang dapat dilihat pada Gambar 11 menunjukkan bahwa nilai *cantabro* semakin kecil seiring dengan penambahan kadar aspal karena ikatan antara aspal dan agregat yang semakin baik. Dapat dilihat pada Gambar 11 pada kadar aspal 4% agregat Loli 1 dan Loli 2 tidak memenuhi syarat, dan pada kadar aspal selanjutnya agregat Taipa mempunyai nilai terendah dibandingkan material dari Loli 1 dan Loli 2, maka pada pengujian cantabro ini agregat Taipa merupakan agregat terbaik.



Gambar 11. Hubungan antara MQ dengan Kadar Aspal

### Hasil Uji Permeabilitas

Uji permeabilitas merupakan perbandingan antara banyaknya air yang dapat dialirkan dalam setiap detiknya. Bila nilai permeabilitas semakin rendah menunjukkan semakin kecilnya rongga udara dalam campuran, sehingga campuran tidak bersifat porus, demikian sebaliknya. Besar dan kecilnya nilai permeabilitas sangat dipengaruhi oleh distribusi dan gradasi agregat yang akan membuat campuran lebih padat. Agregat Taipa memiliki nilai permeabilitas relatif lebih rendah dibandingkan sumber agregat lainnya. Dengan bertambahnya kadar aspal maka permeabilitas menurun karena aspal mengisi rongga campuran.



Gambar 12. Hubungan antara Permeabilitas dengan Kadar Aspal

### Karakteristik Campuran pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum adalah kadar aspal yang memiliki karakteristik terbaik, dalam hal ini semua parameter yang digunakan dapat terpenuhi. Berikut merupakan hasil penentuan kadar aspal optimum dengan menggunakan metode *narrow range* untuk setiap jenis material, yaitu Loli 1, Taipa, dan Loli 2 dan karakteristik campuran pada KAO.

Tabel 2. Kadar Aspal Optimum untuk Setiap Variasi Material dan Karakteristiknya

Karakteristik Campuran	Sumber Agregat		
	Loli 1	Taipa	Loli 2
KAO (%)	5,36	5,33	5,40
VIM (%)	21,361	19,196	21,691
Stabilitas (kg)	530,166	562,963	557,798
Kelelahan (mm)	2,357	2,253	2,290

Karakteristik Campuran	Sumber Agregat		
	Loli 1	Taipa	Loli 2
MQ (kg/mm)	225,640	251,167	243,508
Permeabilitas (cm/detik)	0,169	0,143	0,151
Cantabro (%)	9,845	6,222	8,739
Drain Down (%)	0,043	0,038	0,051

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Karakteristik campuran aspal porus untuk sumber agregat Loli 1, Taipa dan Loli 2 sebagai berikut:
  - a. Kadar aspal optimum (%) untuk agregat Loli 1, Taipa dan Loli 2 berturut turut sebesar 5,36; 5,33 dan 5,4. Taipa lebih ekonomis dalam penggunaan aspal
  - b. Stabilitas Taipa sebesar 562,963 kg yang merupakan stabilitas tertinggi dibandingkan Loli 1 sebesar 530,166 kg dan Loli 2 sebesar 557,798 kg.
  - c. Ketiga sumber agregat memiliki nilai kelelahan lebih dari 2,00 mm yang merupakan syarat minimum spesifikasi sehingga memiliki kelenturan yang cukup.
  - d. Sumber agregat Taipa memiliki kekakuan tertinggi yaitu MQ sebesar 251,167 kg/mm.
  - e. Permeabilitas tertinggi dicapai oleh agregat Loli 1 sebesar 0,169 cm perdetik.
  - f. Pengujian durabilitas akibat impact beban tertinggi yakni dengan nilai cantabro terendah adalah agregat Taipa sebesar 6,222%.
  - g. Drain down agregat Taipa terendah dibandingkan sumber agregat lainnya.
2. Berdasarkan karakteristik yang telah diuji maka agregat Taipa lebih unggul dibandingkan sumber agregat lainnya. Namun demikian sumber agregat Loli 1 dan 2 dapat dimanfaatkan sebagai agregat pada campuran aspal porus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djumari, 2009, Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal dengan Metode Pemampatan Kering, Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Ismunandar, A.I., 2011, Studi Karakteristik Aspal Porus yang Menggunakan Liquid Asbuton Sebagai Bahan Tambah Pengikat dan Agregat Kasar Metode Bina Marga, Skripsi Universitas Hasanuddin Makassar.
- Jabatan Kerja Raya Malaysia, Spesifikasi for Porous Asphalt, Road Engineering Association of Malaysia, November 2007.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2010, Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Revisi 2, Divisi VI: Perkerasan Beraspal, Jakarta.

## PERBANDINGAN METODE PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK UNDERPASS DEWA RUCI MENGGUNAKAN SECANT PILE DAN SHEET PILE

**Jojob Widodo Soetjipto**  
Staf Pengajar  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
The Universitas of Jember  
Jln. Kalimantan 37,  
Jember, 68122  
Telp: (0331) 410241  
[jojok.teknik@unej.ac.id](mailto:jojok.teknik@unej.ac.id)

**Hernu Suyoso**  
Staf Pengajar  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
The Universitas of Jember  
Jln. Kalimantan 37,  
Jember, 68122  
Telp: (0331) 410241  
[hernu.suyoso@gmail.com](mailto:hernu.suyoso@gmail.com)

**Rony Agung Tri Prakasa**  
Student  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
The Universitas of Jember  
Jln. Kalimantan 37,  
Jember, 68122  
Telp: (0331) 410241  
[thedocto12@gmail.com](mailto:thedocto12@gmail.com)

### Abstract

Severe traffic congestions are often in Dewa Ruci Intersection. It leads to the Bali Provincial Government is forced to build an underpass at this intersection. The impact of construction will be add to the congestion becomes more severe that will take it during the project. To overcome, it is necessary to make the comparative method that have already used (secant pile) with precast method (sheet pile) is known relatively quickly and cheaply. However, this comparison should be followed up with a risk analysis that will happen with these methods. The results showed that sheet pile can accelerate 13.58 days or 5.21% and reduce Rp. 2,754,284,040.00 or 14.47% of secant pile method. The construction cost risk level of sheet pile is almost equal to secant pile but the construction time risk level of sheet pile is smaller than the secant pile

**Keywords:** *Secant pile, Concrete sheet pile, retaining wall, underpass, risk management*

### Abstrak

Kemacetan lalu lintas yang parah sangat sering terjadi di Simpang Dewa Ruci. Hal ini menyebabkan Pemerintah Provinsi Bali dipaksa untuk membangun underpass pada simpang tersebut. Dampak dari pembangunan tersebut akan menambah kemacetan tersebut menjadi semakin parah yang akan berlangsung selama proyek berjalan. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dilakukan perbandingan metode pelaksanaan yang sudah digunakan saat ini (secant pile) dengan metode pracetak (sheet pile) yang dikenal relatif lebih cepat dan murah. Namun perbandingan ini perlu ditindaklanjuti dengan analisa resiko yang akan terjadi pada kedua metode tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sheet pile dapat mempercepat 13,58 hari atau 5,21% dan lebih murah Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14,47% dari pada metode secant pile. Tingkat resiko biaya pelaksanaan pada sheet pile hampir sama dengan secant pile tetapi tingkat resiko waktu pelaksanaan sheet pile lebih kecil dari secant pile.

**Kata Kunci:** *Secant pile, sheet pile, dinding penahan tanah, underpass, tingkat resiko*

## PENDAHULUAN

Simpang Dewa Ruci yang terletak di Kabupaten Badung, Denpasar, Bali merupakan salah satu simpang terpadat yang terletak di Provinsi Bali. Simpang ini menjadi titik temu arus lalu lintas yang sangat padat dari berbagai arah yaitu akses utama dari dan menuju kawasan wisata Sanur, Kuta, Nusa Dua, dan Bandara Ngurah Rai. Banyak kegiatan internasional termasuk KTT APEC diselenggarakan di kawasan tersebut.

Pemerintah Provinsi Bali merencanakan pembangunan underpass yang menghubungkan jalur dari Bandara Internasional Ngurah Rai ke Nusa Dua. Hal ini digunakan untuk mengurai kemacetan tersebut. Selain itu juga menampung kendaraan yang volume rata-ratanya cukup tinggi. Volume kendaraan dari arah By Pass Ngurah Rai Selatan sebanyak 1837 kendaraan/jam dan dari arah By Pass Timur sebanyak 3594 kendaraan/jam yang bertemu di Simpang Dewa Ruci (PT Anugerah Kridapradana, 2011). Dengan jumlah

kendaraan yang relative tinggi dan bertemu pada satu simpang mengakibatkan antrian kendaraan panjang di simpang tersebut tiap harinya.

Pembangunan underpass tersebut diharapkan tidak merusak konstruksi jalan dan infrastruktur lainnya disekitar proyek. Oleh karena itu sebelum dilakukan galian tanah untuk underpass, maka perlu dilakukan penanaman dinding penahan tanah agar tanah disamping underpass tetap stabil. Konstruksi dinding penahan tanah yang digunakan pada proyek tersebut adalah secant pile. Namun pelaksanaan secant pile membutuhkan waktu pelaksanaan yang panjang karena harus melakukan pengeboran dan pengecoran di tempat yang sama dan tidak dapat dilakukan secara bersamaan dalam satu titik bore pile. Selain itu untuk melanjutkan pada pembuatan bore pile yang bertulangan, harus menunggu bore pile pengapitnya cukup keras.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan alternatif metode pelaksanaan yang memiliki waktu penyelesaian lebih cepat dan biaya yang lebih murah. Tetapi perlu juga dianalisa resiko pelaksanaan terhadap kedua metode tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan adalah menggunakan teknologi pracetak. Metode ini secara umum sudah dikenal dapat mempercepat pelaksanaan karena produksi, fabrikasi dan instalasi dapat dilakukan secara bersama.

## **METODE PENELITIAN**

Objek penelitian adalah Underpass Simpang Dewa Ruci yang terletak di Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Tahapan penelitian ini diawali dengan mencari data-data sekunder, yaitu: gambar perencanaan, daftar analisa harga satuan, metode pelaksanaan, dan spesifikasi teknik. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dari perencanaan metode pelaksanaan sehingga didapatkan nilai biaya dan durasi pekerjaan. Setelah itu, dilanjutkan dengan analisa tingkat resiko terhadap kedua metode tersebut. Variabel risiko ditentukan berdasar referensi yang diperkirakan akan terjadi pada pekerjaan dinding penahan tanah. Responden pada penelitian ini berjumlah 6 orang yaitu tim proyek dengan jabatan site manajer/site engineer ke atas dengan pengalaman rata-rata lebih dari 10 tahun. Variabel resiko tersebut dikelompokkan dalam 5 kelompok, seperti yang diperlihatkan pada pembahasan tabel 2 dan 3. Hal ini diperlukan untuk menarik kesimpulan metode mana yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu pelaksanaan serta tingkat risikonya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Metode Pelaksanaan**

#### ***1.1 Metode Pelaksanaan Secant Pile***

Pada pekerjaan dinding penahan tanah Proyek Underpass Dewa Ruci terdapat 5 kedalaman tiang bor yang berbeda pada pekerjaan secant pile ini, yaitu -12 m, -14 m, -16 m, -18 m, dan -20 m dengan total 531 titik. Sedangkan jenis pekerjaannya meliputi: pekerjaan tanah, pembuatan secant pile dan capping beam.

#### ***Pekerjaan Tanah***

Pada pekerjaan tanah terdiri atas 3 kegiatan yaitu galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan tanah kembali. Pada pekerjaan galian *capping beam* berfungsi sebagai acuan letak pengeboran untuk secant pile, tempat tulangan

dan pengecoran beton. Pekerjaan galian tanah untuk *capping beam* ini dimulai dari bagian tengah dari rencana letak underpass karena pekerjaan *secant pile* yang akan dikerjakan terlebih dahulu adalah pada sisi tengah bentang underpass. Hal ini dimaksudkan agar *slab* beton sebagai jembatan dan terowongan under pass dapat segera diselesaikan sehingga dapat digunakan untuk pengaturan lalu lintas sementara di kawasan tersebut.

*Capping beam* merupakan konstruksi beton penutup tiang dengan ukuran lebar 1.4 m dan tebal 1 m, sehingga untuk pembuatannya perlu dilakukan penggalian tanah dengan ukuran lebar 2 m dan kedalaman 1 m dengan total volume 1271 m<sup>3</sup>. Dengan menggunakan sumber daya 2 unit Backhoe, 21 orang pekerja, 5 orang mandor dan 6 buah Dump Truck, pekerjaan ini direncanakan selesai dalam waktu 1,27 hari (sisi barat) dan 1,24 hari (sisi timur).

Pengeboran tanah untuk *secant pile* dapat dilakukan jika pekerjaan galian tanah *capping beam* telah diselesaikan. Pengeboran ini dimulai pada sisi tengah bentang, yaitu pada kedalaman tiang bor sebesar 20 meter atau tepatnya pada STA 0+470,97 s/d STA 0+527,36 dilanjutkan tiang bor yang lain dengan variasi kedalaman 12, 14, 16 dan 18 m. Volume total yang dituhkan adalah 8008 m (sisi timur) dan 8028 m (sisi barat). Pengeboran dilakukan dengan menggunakan 1 unit *Drill Tool & Acc*, diperkirakan pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 76.27 dan 76.50 hari.

Sebagai akhir dari pekerjaan tanah adalah pekerjaan urugan tanah kembali dilakukan jika pelaksanaan *capping beam* telah memenuhi persyaratan. Material tanah pilihan dihamparkan setebal 10-15 cm lalu dipadatkan dengan menggunakan tamper. Pekerjaan ini dilakukan berulang-ulang hingga mencapai ketinggian yang disyaratkan. Pekerjaan ini membutuhkan waktu penyelesaian selama 1,14 hari dengan kebutuhan sumber daya 3 orang pekerja, 1 orang mandor dengan tamper sebanyak 1 buah.

### ***Pekerjaan secant pile***

*Secant pile* adalah bore pile yang dibuat saling berpotongan sehingga terdapat *interlock* antar bore pile. Untuk menambah tahanan terhadap tarik, maka diberi tulangan pada bore pile secara berselang-seling. Pekerjaan *secant pile* dilakukan setelah pelaksanaan galian tanah untuk *capping beam*. Jenis pekerjaan *secant pile* terdiri atas pekerjaan *secondary pile* dan *primary pile*.

Pekerjaan *Secondary Pile* adalah bore pile yang dibuat tanpa adanya tulangan. Pelaksanaannya setelah pengeboran tanah yang dilakukan dengan jarak 96 cm antar pusat titik bor, dilanjutkan dengan proses dewatering. Setelah pelaksanaan dewatering selesai, langsung dilaksanakan pembetonan *secondary pile* dengan bantuan pipa tremi. Pekerjaan *secondary pile* memakan waktu selama 76,27 hari dengan menggunakan 1 buah alat bor, 106 orang pekerja, dan 4 orang mandor.

Pekerjaan *Primary Pile* adalah bore pile yang dibuat dengan diberi tulangan. Sedangkan urutan pelaksanaannya adalah: pengeboran, dewatering, pemasangan tulangan dan pengecoran *primary pile*. Pekerjaan ini membutuhkan waktu 114,69 hari dengan menggunakan sumber daya sebanyak 1 buah alat bor, 4 orang mandor, dan 100 orang pekerja.

### ***Pekerjaan capping beam***

Pekerjaan *capping beam* dilaksanakan dari bagian tengah ke arah barat dan arah timur sesuai pola pekerjaan di atas. Pekerjaan ini terdiri atas 3 jenis yaitu bekisting, pembesian dan pengecoran.

Pekerjaan bekisting dapat dilakukan jika tiang beton sudah memenuhi persyaratan. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ini adalah 13.12 hari jika menggunakan sumber daya yang sebanyak 90 pekerja, 30 tukang, dan 12 mandor.

Total kebutuhan tulangan untuk *capping beam* pada kedua sisi sebanyak 84373.43 kg dengan dia. 25 mm. Pekerjaan ini membutuhkan waktu pengerjaan selama 18,75 hari dengan menggunakan sumber daya sebanyak 50 orang pekerja, 38 orang tukang dan 25 orang mandor.

Sebagai akhir pekerjaan *capping beam* adalah pekerjaan pembetonan. Pekerjaan ini membutuhkan beton sebanyak 451,37 m<sup>3</sup> untuk *capping beam* sebelah timur dan 438,90 m<sup>3</sup> *capping beam* sebelah barat. Material beton menggunakan ready mix yang dibuat di batching plant. Proses pengecorannya diawali dengan membawa beton segar menggunakan truck mixer dan penuangan menggunakan alat bantu berupa talang. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 3,87 hari untuk sisi barat serta 3,76 hari untuk sisi sebelah timur dengan sumber daya sebesar 167 orang pekerja, 44 orang tukang, dan 11 orang mandor.

### **1.2. Metode Pelaksanaan Sheet Pile**

Pada penelitian ini menggunakan concrete sheet pile tipe W 500 B 1000 (*corrugated concrete sheet pile*). Sheet pile jenis ini dipilih karena memiliki dimensi dan kapasitas yang hampir sama dengan secant pile tetapi harus dilengkapi dengan *ground anchor*. (Islami, 2014). Untuk pelaksanaan pemancangan menggunakan Kobe model K13 dengan spesifikasi pukulan per menit sebesar 45-60 ppm. Namun pada pekerjaan dinding penahan tanah proyek under pass ini tidak dapat menggunakan sheet pile secara keseluruhan, sehingga pada beberapa section tetap menggunakan secant pile. Hal ini disebabkan karena pada section ini harus mempertahankan kekakuan konstruksi infrastruktur dikawasan tersebut agar tidak terjadi keruntuhan pada saat beban layan. Sedangkan jenis pekerjaannya meliputi: pekerjaan tanah, pembuatan secant pile, pekerjaan sheet pile dan *capping beam*.

#### **Pekerjaan Tanah**

Pada pekerjaan tanah terdiri atas 4 kegiatan yaitu galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile*, galian tanah untuk instalasi *ground anchor* dan urugan tanah kembali. Pada umumnya pekerjaan galian *capping beam* dan pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan tanah kembali sama seperti yang sudah dibahas pada metode *secant pile*. Volume galian tanah untuk *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan kembali adalah 1271,82 m<sup>3</sup>, 4160 m<sup>3</sup> dan 381,54 m<sup>3</sup>. Dengan jumlah sumber daya yang sama maka dapat dihitung durasi penyelesaian pekerjaan galian tanah *capping beam*, pengeboran tanah untuk *secant pile* dan urugan kembali adalah 2,51 hari, 39,62 hari dan 1.14 hari.

Galian tanah untuk instalasi *ground anchor* merupakan merupakan galian tanah untuk memasang anchor. Pekerjaan ini dapat dimulai jika pemasangan dinding sheet pile pada STA 0+450 s/d 0+470,56 dan STA 0+533,92 s/d 0+549,37 selesai dilaksanakan. Volume pekerjaan ini adalah 13965 m<sup>3</sup> dengan lama pengerjaan 27,53 hari dengan sumber daya yang diperlukan yaitu 13 pekerja, 4 buah Dump Truck, dan 3 orang mandor.

#### **Pekerjaan Secant Pile**

Metode pelaksanaannya sama dengan pada metode sebelumnya, tetapi pekerjaan ini dilakukan pada bagian tengah saja, yaitu pada bagian secant pile dengan pajang 20 meter. Lama pekerjaan untuk secondary pile 21,33 hari dan untuk primary pile 30,86 hari dengan menggunakan sumber daya yang sama.

### **Pekerjaan Sheet Pile**

Pekerjaan sheet pile digunakan untuk mengganti secant pile. Perbedaan secant pile dan sheet pile adalah pembuatan tiang, pemasangan tiang dan konstruksi pelengkapannya. Pada secant pile tiang dibuat di tempat (in situ), pemasangannya melalui pengeboran dan pengecoran secara langsung di tempat dan bentuk konstruksinya sudah sangat kaku sehingga tidak memerlukan konstruksi tambahan. Sedangkan sheet pile pembuatannya di *casting yard* dan pemasangannya melalui pemancangan dan membutuhkan *ground anchor* karena strukturnya tipis (tidak kaku). Urutan pekerjaan ini adalah pengadaan sheet pile, pemancangan sheet pile dan instalasi ground anchor.

Tahap pertama dari pekerjaan sheet pile adalah pengadaan sheet pile. Pengadaan sheet pile harus dikalkulasi terhadap volume, waktu pemasangan dan dimensi sheet pile agar tidak melebihi kapasitas alat yang tersedia. Pada underpass ini volume pile yang dibutuhkan adalah 3744 m<sup>3</sup> pada STA 0+315 s/d 0+471 dan 3444 m<sup>3</sup> pada STA 0+527 s/d 0+692.

Tahap berikutnya adalah pemancangan sheet pile. Pada pemancangan sheet pile membutuhkan langkah-langkah sebagai berikut: mobilisasi alat berat, pemancangan dan kontrol terhadap hasil pemancangan. Mobilisasi peralatan berat dari gudang menuju lokasi proyek dengan menggunakan flat bed truck dan crane. Pemancangan dapat segera dilakukan apabila posisi tiang dan vertikalitas tiang sudah sesuai dengan gambar rencana dan diukur menggunakan water pass. Pemancangan harus diberhentikan jika sudah mencapai tanah keras atau telah mencapai kalendering yang disyaratkan. Pekerjaan pemancangan ini memerlukan waktu selama 28,82 hari untuk STA 0+315 s/d 0+471 dan 25,17 hari untuk STA 0+527 s/d 0+692. Sumber daya yang dibutuhkan sebanyak 1 buah vibro hammer, 1 orang operator, 5 pekerja dan 1 orang mandor.

### **Instalasi ground anchor**

Ground anchor merupakan konstruksi tambahan dan diperlukan untuk menjaga kapasitas konstruksi agar sama dengan kapasitas pada tipe secant pile. Pada pekerjaan ini membutuhkan ground anchor ini sebanyak 196 titik. Durasi pelaksanaan ground anchor ini adalah 64,4 hari. Pekerjaan ini dapat dilaksanakan jika galian untuk instalasi ground anchor sudah dilakukan. Sumber daya yang dibutuhkan adalah 5 orang pekerja, 1 orang operator, dan 1 orang mandor serta 1 unit drill tools.

### **Pekerjaan Capping Beam**

Pekerjaan ini sama persis dengan pada dinding penahan tipe secant pile.

## **2. Rencana Anggaran Biaya**

Berdasarkan metode pelaksanaan di atas, maka dapat dilakukan perhitungan volume dan ditentukan perhitungan biaya pada kedua metode pelaksanaan secant pile dan sheet pile. Total biaya yang diperlukan untuk metode secant pile sebesar Rp. 19,032,172,390.00 dan sheet pile sebesar Rp. 16,277,888,350.00 terdapat perbedaan sebesar Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14.47% (lihat tabel 1). Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya penggunaan beton pada secant pile karena dimensi bore pile yang digunakan cukup besar, sehingga luasan permukaan tiap bore pile-nya mencapai 502.400 mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk penggunaan sheet pile dengan tipe pile W-500-B-1000 hanya 187.800 mm<sup>2</sup>.

**Tabel 1.** Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume		Harga Sat. (Ribu Rp)		Jumlah Harga (ribu Rp)	
			Secant Pile	Sheet Pile	Secant Pile	Sheet Pile	Secant Pile	Sheet Pile
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>						<b>67,723.42</b>	<b>446,248.43</b>
	Galian untuk caping beam	m3	1,271.82	1,271.82	27.11	27.11	34,472.90	34,472.90
	Urugan kembali caping beam	m3	381.54	381.54	87.15	87.15	33,250.52	33,250.52
	Galian untuk Instalasi Ground Anchor	m3	0.00	13,965.00	0.00	27.11	0.00	378,525.01
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN SECANT PILE</b>						<b>16,655,485.39</b>	<b>4,299,272.93</b>
	Tiang Bor Beton (secondary)	m'	8,008.00	2,100.00	699.78	696.92	5,603,829.33	1,463,535.66
	Tiang Bor Beton (primary)	m'	8,028.00	2,060.00	1,376.64	1,376.57	11,051,656.06	2,835,737.26
<b>III</b>	<b>PEKERJAAN CAPING BEAM</b>						<b>2,302,146.74</b>	<b>2,302,146.74</b>
	Pembetonan caping beam barat	m3	451.37	451.37	1,044.16	1,044.16	471,304.08	471,304.08
	Pembetonan caping beam timur	m3	438.90	438.90	1,044.16	1,044.16	458,282.28	458,282.28
	Baja tulangan ulir	kg	84,373.43	84,373.43	11.35	11.35	957,467.19	957,467.19
	Bekisting caping beam	m2	1,653.36	1,653.36	251.06	251.06	415,093.19	415,093.19
<b>IV</b>	<b>PEKERJAAN PEMANCANGAN SHEET PILE</b>						<b>0.00</b>	<b>9,223,403.40</b>
	<b>Pengadaan Sheet Pile:</b>							
	STA 0+338,5 s/d 0+470,5	m'	0.00	3,744.00		770.00		2,882,880.00
	STA 0+528,0 s/d 0+660,0	m'	0.00	3,444.00		770.00		2,651,880.00
	<b>Pemancangan Sheet Pile:</b>							
	STA 0+338,5 s/d 0+470,5	m'	0.00	3,744.00		101.29		379,217.30
	STA 0+528,0 s/d 0+660,0	m'	0.00	3,444.00		101.29		348,831.30
	Ground Anchor	titik	0.00	196.00		15,105.08		2,960,594.80
<b>V</b>	<b>PEKERJAAN LAIN-LAIN</b>						<b>6,816.84</b>	<b>6,816.84</b>
	Dewatering	ls	1.00	1.00	6,816.84	6,816.84	6,816.84	6,816.84
	<b>JUMLAH</b>						<b>19,032,172.39</b>	<b>16,277,888.35</b>

### 3. Penjadwalan

Penjadwalan sangat diperlukan untuk melihat durasi waktu yang diperlukan pada pelaksanaan kedua metode (secant pile dan sheet pile). Untuk melihat perbedaan durasi kedua metode tersebut maka durasi dihitung berdasarkan jumlah sumber daya yang sama dengan logika ketergantungan sesuai dengan metode pelaksanaan yang sudah dijelaskan di atas (Soeharto, 1999). Untuk melakukan perhitungan scheduling yang lebih tepat dan cepat dapat menggunakan metode network planning yang terdapat pada alat bantu program

scheduling (Erviyanto, 2004). Hasil perhitungan durasi kedua metode tersebut diperoleh bahwa durasi yang dibutuhkan pada secant pile adalah sebesar 137.15 hari sedangkan sheet pile 123.57 hari. Terdapat perbedaan durasi sebesar 13.58 hari atau 5.21%, hal ini disebabkan penggunaan Sheet Pile berupa beton pre-cast yang pelaksanaannya dilaksanakan secara bersamaan sedangkan secant pile pembuatannya harus cor in-situ.

#### 4. Penilaian Resiko

Analisa resiko dapat dipergunakan untuk menilai atau memprediksi dampak yang akan terjadi pada setiap kegiatan yang akan dilaksanakan. Analisa resiko dapat diukur menggunakan dua kriteria yang penting untuk mengukur risiko yaitu seberapa besar kemungkinan (*probability*) dan seberapa besar dampak (*impact*) yang diakibatkannya (PMI, 2008). Untuk menganalisa resiko diperlukan langkah-langkah yaitu identifikasi resiko, analisa resiko dan respon resiko.

##### 4.1 Identifikasi Resiko

Identifikasi risiko dapat menggunakan metode yang sederhana untuk mendeteksi risiko yang berdampak pada waktu, biaya dan kualitas (Gajewska, 2011). Namun pada penelitian ini hanya mengidentifikasi resiko biaya dan waktu. Metode yang digunakan adalah menggunakan kuisioner melalui variabel yang relevan pada kasus proyek yang akan dianalisa berdasarkan beberapa referensi dan penelitian terdahulu serta melakukan diskusi dengan beberapa pihak melalui kuisioner. Variabel dinyatakan relevan jika variabel resiko tersebut pernah atau mungkin akan terjadi di waktu yang akan datang pada proyek underpass khususnya pekerjaan dinding penahan tanah di Bali tersebut (Kurniawan, 2011).

##### 4.2 Analisa Resiko

Analisa resiko merupakan salah satu alat yang dapat mengukur probabilitas kejadian variabel risiko dan mengukur dampak dari kejadian variabel resiko. Pada penelitian ini analisa resiko yang diukur adalah resiko terhadap biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

Untuk mengukur frekuensi pada variabel risiko digunakan skala likert, yaitu Sangat Jarang (SJ) = 1, Jarang (J) = 2, Cukup (C) = 3, Sering (S) = 4 Sangat Sering (SS) = 5; sedangkan untuk mengukur dampak yaitu Sangat Kecil (SK) = 1, Kecil (K) = 2, Sedang (S) = 3, Besar (B) = 4, Sangat Besar (SB) = 5 (PMI, 2008).

Kreteria dampak dapat menggunakan batasan umum yang terjadi pada proyek yaitu biaya kontijensi proyek dan nilai maksimum keterlambatan yang diijinkan. Untuk menilai dampak terhadap biaya menggunakan biaya kontijensi yang nilainya berkisar antara 10-13% dan ditentukan nilai dampak terhadap biaya yang digunakan pada penelitian ini adalah 10% dari nilai paket pekerjaan yaitu sebesar Rp. 1.900.000.000,00 yang kemudian ditetapkan sebagai skala dengan membagi nilai biaya kontijensi tersebut dalam 5 interval. Sedangkan dampak terhadap waktu pelaksanaan adalah batas maksimal waktu yang diijinkan terlambat yang dipengaruhi oleh batasan maksimal denda keterlambatan yaitu 5% dengan denda keterlambatan 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> per hari, sehingga ditentukan nilai dampak terhadap waktu adalah 50 hari sebagai skala dengan membagi dalam 5 interval.

Langkah berikutnya, setelah diketahui nilai skala probabilitas serta nilai skala dampak dari variabel risiko terhadap biaya dan waktu, kemudian dilanjutkan dengan analisa risiko yang menggunakan rumusan:

$$R = P \times I \quad (\text{PMI, 2008})$$

dimana R = Tingkat risiko; P = Kemungkinan (Probability) risiko yang terjadi; dan I = Tingkat dampak (Impact) risiko yang terjadi

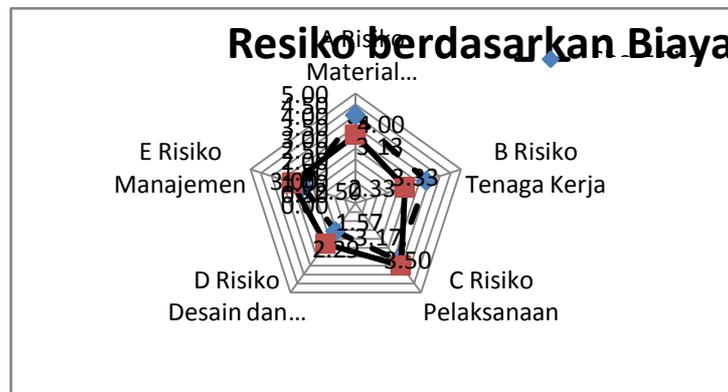
Perhitungan tingkat resiko dilakukan dengan mengalikan skala pada probabilitas dan skala pada dampak. Setelah itu nilai tingkat resiko dijadikan acuan untuk mengetahui risiko-risiko mana saja yang kemungkinan terjadinya besar dan menimbulkan dampak yang signifikan terhadap biaya dan waktu.

**Tabel 2.** Analisa perhitungan tingkat resiko biaya

No	Variabel	Metode Secant Pile			Metode Sheet Pile		
		Prob	Impact to cost	P x I cost	Prob	Impact to cost	P x I cost
A	Risiko Material dan Peralatan						
A3	Kekurangan tempat pembuangan sampah material	3.00	2.00	6.00	2.00	3.00	6.00
A1	Ketersediaan material	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A4	Keterlambatan pengiriman material dari supplier	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A6	Kurang tepatnya pengadaan material	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A7	Kerusakan peralatan mesin dan perlengkapan proyek	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
A2	Kekurangan tempat penyimpanan material	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00
A5	Kenaikan harga material	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00
A8	Peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
	Rata-rata			3.13			4.00
B	Risiko Tenaga Kerja						
B2	Kurang tersedianya tenaga kerja lapangan yang sesuai	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
B3	Produktifitas tenaga kerja yang rendah	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	4.00
B1	Kecelakaan dan keselamatan kerja	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00
	Rata-rata			2.33			3.33
C	Risiko Pelaksanaan						
C1	Timbulnya kemacetan di sekitar lokasi proyek	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	6.00
C2	Kondisi lokasi site yang sulit	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C3	Kondisi tanah yang tidak stabil	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C4	Kesulitan dalam pekerjaan	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C5	Kemungkinan pekerjaan yang gagal	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C6	Meluapnya air tanah	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C8	Kesalahan pada survey	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
C10	Pemadatan yang tidak merata pada saat pengecoran	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
C12	Perubahan jadwal pelaksanaan pekerjaan	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
C7	Kerusakan infrastruktur lain di sekitar proyek	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00
C9	Penyetelan dan Perakitan besi yang tidak tepat	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
C11	Mutu beton tidak sesuai spesifikasi	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			3.50			3.17
D	Risiko Desain dan Teknologi						
D2	Adanya perubahan desain	2.00	3.00	6.00	1.00	3.00	3.00
D4	Penerapan metoda pelaksanaan yang salah	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
D5	Data desain tidak lengkap	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00

No	Variabel	Metode Secant Pile			Metode Sheet Pile		
		Prob	Impact to cost	P x I cost	Prob	Impact to cost	P x I cost
D1	Kesalahan desain	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D3	Kesulitan penggunaan teknologi baru	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D6	Ketidaktelitian/ketidaksesuaian spesifikasi detail desain	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
D7	Kesalahan dalam perhitungan struktur dan analisa	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			2.29			1.57
E	Risiko Manajemen						
E3	Kurangnya kontrol dan koordinasi antar tim	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
E4	Kinerja sub kontraktor yang buruk	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00
E6	Ketepatan pekerjaan kontruksi (jadwal dan kualitas)	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	2.00
E1	Kesalahan estimasi biaya	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
E2	Kesalahan estimasi waktu	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
E5	Kurangnya tanggung jawab kontraktor utama atas mutu pekerjaan sub-kon	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
	Rata-rata			3.00			2.50
Total					108.00	106.00	
Rata-Rata Total					3.00	2.94	

Dari tabel 2 dapat dijelaskan bahwa tingkat resiko biaya antara secant pile dan sheet pile secara total hampir sama yaitu memiliki rata-rata 3 dan 2.94. Namun distribusi nilai tingkat resiko antar kelompok variabel tetap berbeda, dimana secant pile memiliki tingkat resiko biaya lebih tinggi dari pada sheet pile untuk variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen. Sedangkan secant pile memiliki tingkat resiko biaya yang lebih rendah dari sheet pile untuk variabel material dan peralatan dan tenaga manusia. Hal ini dapat dilihat pada grafik penyebaran tingkat resiko biaya pada kelompok variabel resiko. (lihat gambar 1).



**Gambar 1.** Grafik penyebaran tingkat resiko biaya pada kelompok variabel resiko.

**Tabel 3.** Analisa perhitungan tingkat resiko waktu

No	Variabel	Metode Secant Pile P x I time	Metode Sheet Pile P x I time
A	Risiko Material dan Peralatan	3.00	3.38
B	Risiko Tenaga Kerja	1.67	2.00
C	Risiko Pelaksanaan	3.50	3.00
D	Risiko Desain dan Teknologi	2.00	1.57
E	Risiko Manajemen	2.83	2.33
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>2.83</b>	<b>2.61</b>

Dengan cara yang sama pada perhitungan resiko biaya maka secara ringkas perhitungan resiko waktu dapat dilihat pada tabel 3. Dari tabel 3 diperoleh hasil bahwa tingkat resiko waktu pada secant pile lebih tinggi dari sheet pile yaitu memiliki nilai rata-rata 2.83 dan 2.61. Distribusi nilai tingkat resiko waktu antar kelompok variabel memiliki kecenderungan yang sama seperti pada tingkat resiko biaya, yaitu secant pile memiliki resiko biaya lebih besar dari pada sheet pile untuk variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen. Sedangkan secant pile memiliki resiko biaya yang lebih rendah dari sheet pile untuk variabel material dan peralatan dan tenaga manusia. Hal ini dapat dilihat pada grafik penyebaran tingkat resiko waktu pada kelompok variabel resiko. (lihat gambar 2)



**Gambar 2.** Grafik penyebaran tingkat resiko waktu pada kelompok variabel resiko

Dari kedua metode pelaksanaan tersebut dapat dianalisa bahwa Secant pile memiliki ketidakpastian dan tingkat resiko biaya dan waktu yang lebih besar pada tahap desain dan teknologi, penyusunan metode pelaksanaan, dan manajemen pengelolaan proyek. Hal ini diakibatkan karena metode ini membutuhkan desain yang cukup rumit, memiliki banyak tahapan pelaksanaan (semua pengerjaan dilakukan in-situ mulai dari penggalian/bor tanah, pembuatan bekisting dan penulangan serta pengecoran), melibatkan banyak sumber daya *unskill*. Solusi yang diharapkan adalah harus mampu mendesain dengan teliti, metode pelaksanaan yang sistematis serta memerlukan pengelolaan proyek dengan baik.

Metode sheet pile sangat tergantung pada metode pengadaan material sheet pile dan peralatan (alat produksi, transportasi dan instalasi) serta tenaga kerja yang relative memiliki keterampilan yang lebih tinggi. Pengadaan material, peralatan dan tenaga kerja terampil menjadi penentu dalam menjamin kelancaran pelaksanaan di proyek, jika terjadi keterlambatan pengadaan sumber daya tersebut dapat mengacaukan pelaksanaan proyek secara keseluruhan akibat saling ketergantungan antara kegiatan satu dengan yang lainnya.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa perbandingan metode pelaksanaan pada dinding penahan tanah antara secant pile dan sheet pile pada proyek Underpass Simpang Dewa Ruci dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu pelaksanaan dinding penahan tanah metode sheet pile (137,15 hari) lebih cepat dari secant pile (123,57 hari) sebesar 13,58 hari atau 5,21%.
2. Biaya pelaksanaan dinding penahan tanah metode sheet pile (Rp. 16.277.888.350,00) lebih murah dari secant pile (Rp 19.032.172.390,00) sebesar Rp. 2,754,284,040.00 atau sebesar 14.47%
3. Tingkat resiko biaya antara kedua metode secant pile dan sheet pile hampir sama, tetapi tingkat resiko waktu metode secant pile lebih tinggi dari sheet pile.
4. Tingkat resiko biaya dan waktu pada secant pile lebih tinggi dari sheet pile pada variabel pelaksanaan, desain dan teknologi, dan manajemen, tetapi memiliki resiko yang lebih rendah pada variabel material dan peralatan dan resiko tenaga manusia.
5. Pada pelaksanaan proyek underpass yang lain dapat mempertimbangkan penggunaan sheet pile yang lebih efisien sehingga tidak mengganggu lalu lintas yang terlalu lama tetapi harus memonitor resiko yang akan terjadi terutama resiko material dan peralatan dan resiko tenaga manusia.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Berutu, S. A. 2005. Penerapan Manajemen Konstruksi Dengan Microsoft Project 2003. Yogyakarta: ANDI.
- Ervianto, W. I. 2004. Teori – Aplikasi Manajemen Proyek konstruksi. Yogyakarta: ANDI.
- Gajewska, E. 2011. Risk Management Practices in a Construction Project – a case study. Swedia, Chalmers University Of Technology.
- Ibrahim, H.B. 2001. Rencana dan Estimate Real of Cost. Jakarta: Bumi Aksara.
- Islami, A.J. 2014. Desain Ulang Dinding Penahan Tanah Underpass Dewa Ruci dengan Sheet Pile. Skripsi. Teknik Sipil, Universitas Jember (unpublished).
- Kurniawan, B.Y. 2011, Analisa Risiko Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Petra Square Surabaya. Skripsi. Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- PMI. 2008, Project Management of Body Knowledge (PMBOK Guide), Pennsylvania: Project Management Institue Inc.
- P.T. Anugerah Kridapradana. 2011. Manajemen Lalu Lintas Kawasan Sekitar Rencana Simpang Tak Sebidang Dewa Ruci Denpasar-Bali. Bali: P.T. Anugerah Kridapradana (unpublished).
- Soeharto, I. 1995. Manajemen Proyek (dari Konseptual Sampai Operasional). Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (dari Konseptual Sampai Operasional) jilid 1. Edisi 2. Jakarta: Erlangga

## CHARACTERISTICS OF MARSHALL ON AC-BC USE THE ANALOG AND DIGITAL TEST EQUIPMENT

**Akhmad Taufik Aditama**  
Undergraduate in Civil Eng.  
Civil Engineering Departement  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[aditamataufik0@gmail.com](mailto:aditamataufik0@gmail.com)

**Sonya Sulistyono**  
Lecturer in the Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

**Ririn Endah B.**  
Lecturer in the Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[ririndidin@gmail.com](mailto:ririndidin@gmail.com)

### Abstract

The strength of the surface pavement can be seen from Marshall Characteristics using Marshall test equipment. Equipment type for Marshall Test can be analog and digital. Digital test equipment using the computer system, and minimize operator/ laboratory intervention for maximum efficiency. The reading of the data was done manually on analog test equipment, so it is very dependent on operator skill. This study examined a mixture of AC-BC using analog and digital Marshall Test equipment, to determine result of Marshall Characteristic. Methods of Marshall Test, material test, mix of bitumen and aggregate follow the guidelines in the Indonesian National Standard (SNI). Results of preliminary test obtained optimum bitumen content of 6,75%, and then the sample is made of 28 pieces (2 x 14). The analysis results of the average difference in the two shows there is no real difference in the Marshall Characteristics of the testing results using analog and digital test equipment. Estimation results of Marshall Characteristics using analog test equipment acquired: stability =  $\pm 208,26$  kg, Flow =  $\pm 0,29$  mm dan MQ =  $\pm 40,07$  kg/mm. Digital test equipment acquired: stability =  $\pm 175,47$  kg, Flow =  $\pm 0,48$  mm dan MQ =  $\pm 60,93$  kg/mm.

**Keywords:** *Mixture of AC-BC, Marshall Characteristics, analog and digital Marshall Test equipment*

### Abstrak

Kekuatan lapis permukaan perkerasan jalan dapat diketahui dari hasil karakteristik Marshall menggunakan alat uji Marshall. Jenis alat uji untuk pengujian Marshall dapat berupa analog dan digital. Alat uji digital menggunakan sistem komputer, dan menghasilkan data yang meminimumkan intervensi operator/laboran untuk efisiensi maksimum. Sedangkan alat uji analog dengan pembacaan data secara manual sangat bergantung pada ketrampilan operator. Penelitian ini melakukan pengujian Marshall pada campuran AC-BC menggunakan alat uji Marshall analog dan digital, untuk mengetahui hasil karakteristik Marshall yang dihasilkan. Metode pengujian material, pencampuran aspal dan agregat serta pengujian Marshall mengikuti pedoman dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil uji pendahuluan diperoleh kadar aspal optimum 6,75%, selanjutnya benda uji dibuat sebanyak 28 buah (2 x 14). Berdasar hasil analisa perbedaan dua rata-rata menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara nyata karakteristik Marshall dari hasil pengujian menggunakan alat uji analog dan digital. Pendugaan hasil pengujian Marshall menggunakan alat uji analog diperoleh: stabilitas =  $\pm 208,26$  kg, Flow =  $\pm 0,29$  mm dan MQ =  $\pm 40,07$  kg/mm. Alat uji digital diperoleh: stabilitas =  $\pm 175,47$  kg, Flow =  $\pm 0,48$  mm dan MQ =  $\pm 60,93$  kg/mm.

**Kata Kunci:** *Campuran AC-BC, karakteristik Marshall, alat uji Marshall analog dan digital.*

## INTRODUCTION

Marshall testing is performed to determine the characteristics of a pavement layer. One of the Marshall testing tools that are widely used in laboratory is Marshall analog test equipment. The test equipment in the dial readings of stability and flow values, are still using the precision and accuracy of human vision aided by a videotape. The video is used to recorrect, if we are not sure with direct dial readings. Impact that may occur is an error caused by human factors, namely negligence, fatigue and operator psychological conditions. The result can affect speed level and data accuracy generated.

As the advances of technology Marshall test equipment has been developed innovative and commercially. One of them is Marshall digital test equipment. Different from analog test equipment, Marshall digital test equipment is able to control the test system with minimum operator intervention for maximum efficiency. The tool works by directly connected to software on a computer system. Then, the computer is used for inputting, controlling, implementing and processing Marshall Test results data digitally. So, it can reduce errors caused by human factors.

The use of analog and digital test equipment in the Marshall test will provide the speed and accuracy of data with in its capabilities. Therefor the evaluation of the characteristics using a Marshall analog and digital test equipment needs to be done. Evaluation conducted is comparing the result of testing of analog and digital test equipment is there a significant difference or not. Then, analyzing estimation results of the test by using a Marshall test analog and digital equipment. The study was conducted by carrying out Marshall test son the hot mix asphalt Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC).

## **RESEARCH METHODS**

### **Marshall Test Equipment**

Marshall equipment is a proper test specimens to determine the value of stability and flow. Press tool is equipped with a proving ring (ring testers) 22.2 KN capacity equivalent to 5000 lbf to measure the stability and flowmeter to measure the melting plastic or flow. Marshall Specimens are cylindrical with diameter of 4 inches or 10.2 cm and a height 2.5 inch or equal to 6.35 cm. (Sukirman, 2003).



**Picture 1.** Analog Marshall Test



**Picture 2.** Digital Marshall Test

### **Stages of Research Implementation**

Implementation research is divided into preliminary testing, manufacture specimen and Marshall test, as well as the analysis of the test results with the following stages:

1. The preliminary test: testing of materials (coarse aggregate, fine aggregate, filler and asphalt pen60/70), planning the composition of the mixture, the specimen manufacture, Marshall Test, determination of OBC.
2. Determining the number of samples needs to analog and digital test equipment.
3. Making test specimens according OBC and sample requirements.
4. Marshall Testing using analog and digital Marshall Test equipment.
5. Analysis comparison of two means (independent sample test).
6. Estimation results of the test.
7. Conclusions and suggestions.

### Hypothesis

There is no significant difference in the test results using analog and digital Marshall test equipment ( $\mu_1 = \mu_2$ ) on Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC).

Description:

- $\mu_1$  : Average test results using analog test equipment  
 $\mu_2$  : Average test results using digital test equipment

### Determination of Sample Size

Based on the statement (Roscoe 1975) for a simple experimental research with tight control of the experiment, a successful research is possible with small sample sizes between 10 to 20. So, defined population of 14 pieces by using an error rate of 5 %. The calculation shown in Slovin formula (in Riduwan, 2005:65) as follows:

$$n = \frac{N}{(1+Ne^2)} \quad (1)$$

$$n = \frac{14}{(1+0,05^2)} = 13,99 \approx 14 \text{ buah specimens}$$

### Data Analysis

Marshall Characteristic value test results processed and analyzed using the t distribution. T distribution is used to test hypotheses and make predictions on the test results of two populations maximum. Stages in analyzing the data using the t testis shown as follows:

#### Comparison of Two Means

Testing was conducted to test the truth or falsity zero hypothesis, whether there is a significant difference or not. To test the hypothesis can be done with the following steps (Supranto, 2009):

1. Calculate the average value of the sample studied

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum Xi = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \quad (2)$$

2. Calculate the standard deviation value

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum (Xi - \bar{X})^2)} \quad (3)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (4)$$

3. Formulating a hypothesis

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$  ( $\mu_1 = \mu_2$ ), the hypothesis  $H_0$  is accepted

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$  ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ), the hypothesis  $H_0$  is accepted

4. Testing hypotheses with a compare of two means ( $n \leq 30$ )

$$t_{\alpha/2} = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} \quad (5)$$

5. If the value of  $t_{\text{calculate}} \geq t_{\text{table}}$  then  $H_0$  is rejected, means there is a significant difference from the results of testing using test analog and digital test equipment. If  $t_{\text{calculate}} \leq t_{\text{table}}$  then  $H_0$  is accepted, meaning that there is no significant difference from the results of testing using analog test equipment with digital test equipment.

### Estimation Results of Testing

Testing is done to look for a value prediction in form of interval bounded by two values, those are value of the lower limit and upper limit. To test the prediction results of the test can be done with the following steps (Supranto, 2009):

1. Determinethe average sample

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum Xi = \frac{1}{n} (X1 + X2 + \dots Xn) \quad (6)$$

2. Determine the error rate of 5% or 95% probability.

3. Determine the deviation standard

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum (Xi - \bar{X})^2)} \quad (7)$$

$$s = \sqrt{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad (8)$$

4. Calculate the value estimation test results

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

## RESULTS AND DISCUSSION

### Asphalt concrete-Binder Course (AC-BC)

AC-BC is the layer that lies between the binder layers and foundation layers. AC-BC layer composed of coarse aggregate, fine aggregate and filler. This layer has a thickness of 5 cm and serves to distribute the load of the wear layer to layer foundation deformation due to traffic loads.)

There are seven characteristics that must be possessed by a mixture of asphalt concrete. These characteristics are stability, durability, durability, flexibility, resistance to fatigue, resilience sliding, water-resistant and ease of implementation. (Sukirman, 2003). So to get the seven characteristics Marshall be required mix design. Mix design should be according to the requirements and specifications as shown in Table 1.

**Table 1.** Requirements of Properties and Gradation AC-BC

Properties Requirements AC-BC *)		Gradation Requirements AC-BC **)		
Parameter	Requirements	Sieve Size		% Weight Passes
		ASTM	mm	
The number of compaction per field	75	1 1/2"	37,5	100
The voids in the mix (%)	min	1"	25	100
	max	3/4"	19	90 – 100

Properties Requirements AC-BC <sup>*)</sup>			Gradation Requirements AC-BC <sup>**)</sup>		
The voids in the aggregate (VMA) (%)	min	14	1/2"	12,5	71 – 90
Voids filled with asphalt (%)	min	63	3/8"	9,5	58 – 80
Marshall stability (kg)	min	800	4	4,75	37 – 56
	max	-	8	2,36	23 - 34,6
Flow (mm)	min	3	16	1,18	15 - 22,3
Marshall Quotient (kg/mm)		250	30	0,600	10 - 16,7
			50	0,300	7 - 13,7
			100	0,150	5 – 11
Residual of Marshall stability (%) after soaking for 24 hour, 60°C		80	200	0,075	4 – 8
The voids in the mix (%) on density	min	2,5	Prohibition Zone		
			No. 8	1,36	34,6
			No. 16	1,18	22,3 - 28,3
			No. 30	0,6	16,7 - 20,7
			No. 50	0,3	13,7

<sup>\*)</sup> Source: Departemen Pekerjaan Umum, 2010.

<sup>\*\*)</sup> Source: Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010.

### Preliminary Test

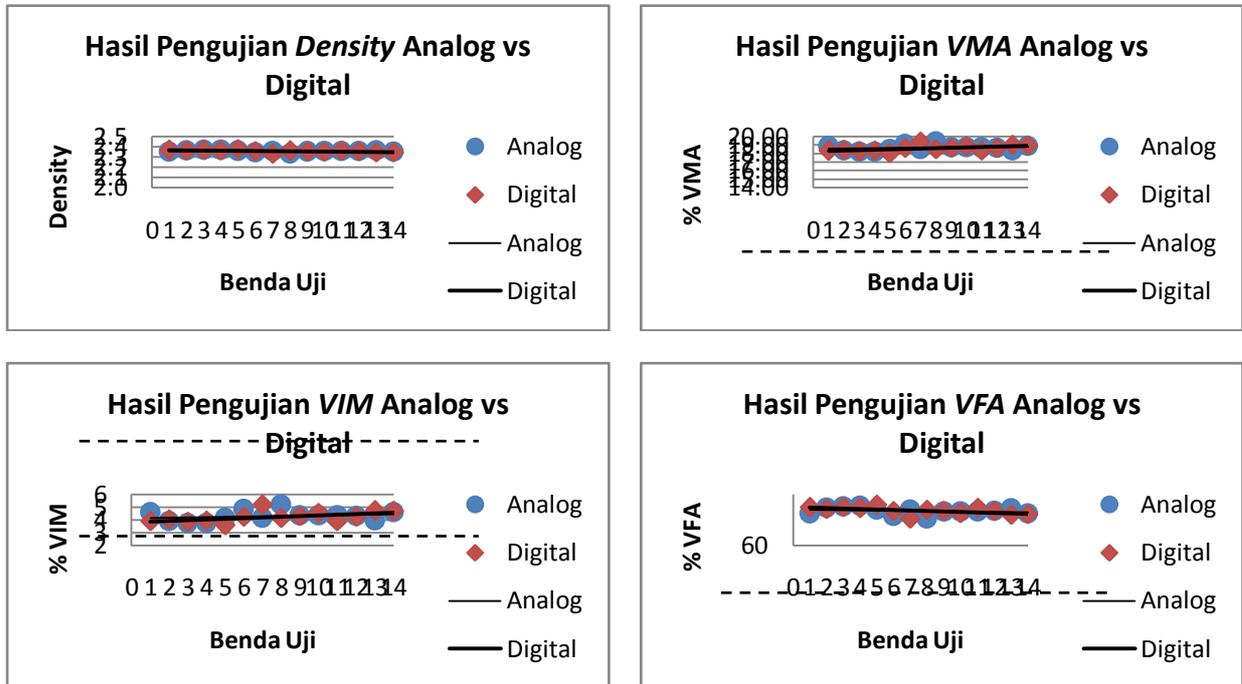
Preliminary test carried out to obtain the value Optimum Bitumen Content (OBC). The first step to getting the OBC is to test the feasibility material of asphalt concrete mixture, which is coarse aggregate, fine aggregate, filler and bitumen pen 60/70. Then planning of the proportion aggregate and ideal asphalt content according AC-BC. Furthermore, make 18 specimens with 6 variations bitumen content, which is 4.5%; 5%; 5.5%; 6%; 6.5%; 7%. After testing the Marshall obtained OBC value of 6.75%.

### Marshall Characteristics of Analog and Digital Test Result

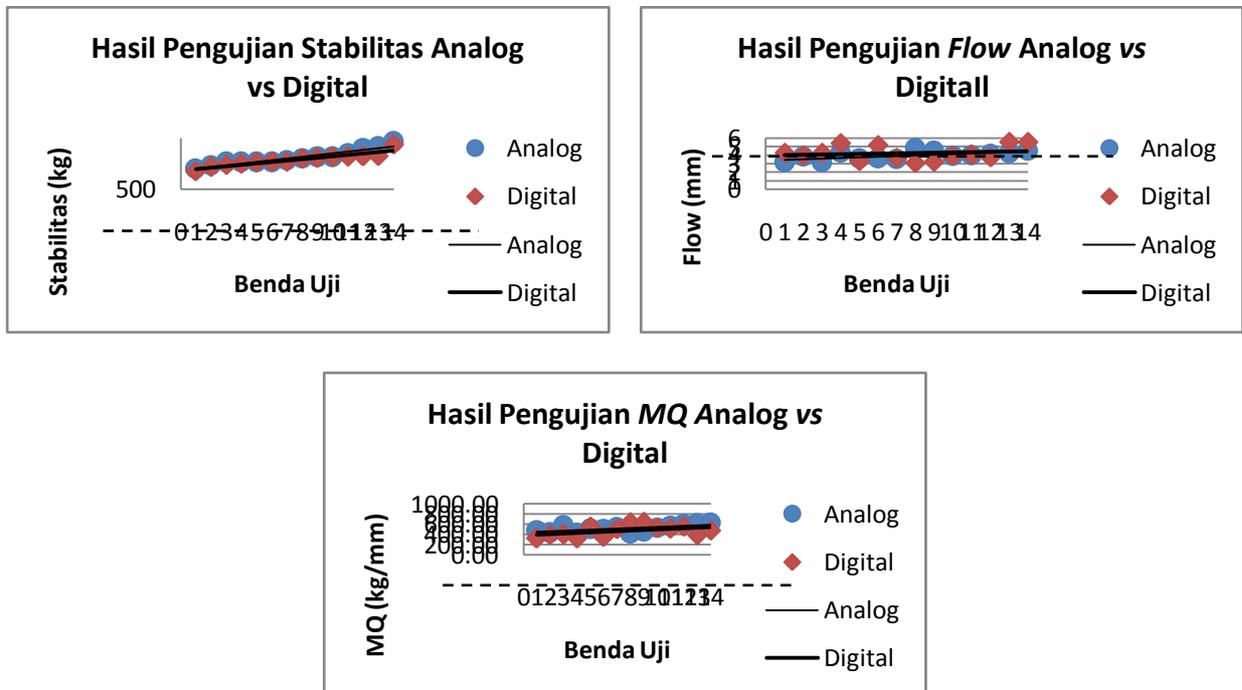
Characteristic Marshall is properties of dense asphalt concrete mixtures. There are seven characteristics in the mixture should have in asphalt concrete, that is stability, flow, MQ, VIM, VMA, VFA and Density. Of the fourteen test results specimen using analog and digital test equipment, then get value comparison Marshall characteristics such as in the Picture 3 and Picture 4.

Base on Picture 3, average value density specimens will be tested using analog and digital instruments 2,36 kg/m<sup>3</sup>. This shows density the solid asphalt concrete mixtures will be tested use analog test equipment equally with digital test equipment. Average value VMA that will be tested using analog test equipment amount 18,69%. This value is higher than digital test equipment (18,63%). This indicates pore voids between aggregate grains in the dense asphalt concrete will be tested using analog test equipment is greater than the digital test equipment. Average value VIM that will be tested using analog test equipment amount 4,32%. This value is higher than digital test equipment (4,25%). This indicates process oxidation, aging and decrease durability of asphalt concrete will be tested using test equipment faster than analog digital test equipment. Average value VFA that will be tested using analog test equipment amount 76,94%. This value is lower than digital test

equipment (77,22%). This indicates that surrounds asphalt aggregate grains in the dense asphalt concrete that will be tested use analog test equipment is lower than digital test equipment.



Picture 3. Comparison Density, VMA, VIM and VFA



Picture 4. Comparison Stability, Flow, dan MQ Analog and Digital Test Equipment

The average value stability using analog test equipment amount 2060,39 kg. This value is higher than using a digital test equipment amount 1939,86 kg. While the average value flow showed different results. Value flow analog test equipment (3,96 mm) lower than

digital test equipment (4,25 mm). Melting plastic deformation because the dense asphalt concrete and asphalt concrete's ability to receive reps loads without cracking show the results the testing analog test equipment is lower compared to use digital test equipment. The average value MQ results the stability analysis of flow using analog test equipment acquired amount 520,96 kg / mm. This value is higher than average value of MQ that tested using digital test equipment (471,43 kg / mm). Stiffness in the dense asphalt concrete that has been tested use the analog test equipment is higher than using digital test equipment.

### Comparison of Two Means Test

Testing was conducted to determine whether there are significant differences in the results Marshall Characteristics using analog and digital test equipment. The results of analysis compare means characteristics of Marshall using SPSS (independent sample test) are shown in Table 2.

**Table 2.** Compaire of Two Means Test Using Analog and Digital Marshall Equipment

No.	Marshall Characteristis	Number of Test Specimens	Average		Alfa	Sig	T <sub>calc.</sub>	T <sub>table</sub>	Hypotesa
			Analog Test Equipment	Digital Test Equipment					
1	Stability	14	2060,39	1939,86	0,05	0,364	0,924	2,0555	Accepted
2	Flow	14	3,96	4,25	0,05	0,296	1,066	2,0555	Accepted
3	MQ	14	496,38	471,43	0,05	0,168	1,418	2,0555	Accepted

Base on Table 2, for the decision rule is  $t_{\text{calculate}} > t_{\text{table}}$  then there is a significant difference, if  $t_{\text{calculate}} < t_{\text{table}}$  then there is no significant difference. From the calculation, the value  $t_{\text{calculate}} < t_{\text{table}}$ . From the analysis of 14 tests with a 5% error level indicates  $t_{\text{calculate}}$  value for each Marshall test results is smaller than  $t_{\text{table}}$  (2,0555). So there is no significant difference in the test specimen will be tested using a Marshall analog and digital.

### Estimation Results of Testing

Estimation results tests conducted to obtain value of the parameter. The resulting value is estimate upper value and lower value or intervals. So that parameter value can be located at intervals estimated from results analysis. Prediction Marshall test results characteristics are shown in Table 3 and Table 4.

**Table 3.** Estimation Results of Testing Volumetric Specimen

No.	Marshall Characteristis	Number of Test Specimens	Average		Average SD		Estimation Results of Test	
			Analog Test Equipment	Digital Test Equipment	Analog Test Equipment	Digital Test Equipment	Test Specimens Analog Test Equipment	Test Specimens Analog Test Equipment
1	Density	14	2,36	2,36	0,00	0,00	± 0,006	± 0,006
2	VMA	14	18,69	18,63	0,09	0,10	± 0,20	± 0,21
3	VIM	14	4,32	4,25	0,11	0,11	± 0,24	± 0,25
4	VFA	14	76,94	77,22	0,47	0,49	± 1,01	± 1,05

Estimation result volumetric test specimen obtained through data analysis fourteen specimen. Table above shows, in general estimation result value the test specimen will be

tested using analog test equipment is smaller than digital test equipment. But value volumetric concrete pavement to be tested using analog and digital instruments show the same value.

**Table 4.** Estimation Result of Testing Marshall Using Analog and Digital Test Equipment

No.	Marshall Characteristic	Number of Test Specimens	Average		Average SD		Estimation Results of Test	
			Analog Test Equipment	Digital Test Equipment	Analog Test Equipment	Digital Test Equipment	Test Specimens Analog Test Equipment	Test Specimens Analog Test Equipment
1	Stabilitas	14	2060,39	1939,86	96,40	81,22	± 208,26	± 175,47
2	Flow	14	3,96	4,25	0,13	0,22	± 0,29	± 0,48
3	MQ	14	520,96	471,43	18,55	28,20	± 40,07	± 60,93

Estimation Marshall test results obtained through analysis Data as much as fourteen specimen. Estimation result testing using analog test equipment on the stability value = ± 208,26 kg, Flow = ± 0,29 mm and MQ = ± 40,07 kg / mm. While the estimation result the test using digital test equipment to the value stability = ± 175,47 kg, Flow = ± 0,48 mm and MQ = ± 60,93 kg / mm.

## CLOSURE

Based on the Marshall test showed that the analog test equipment generates stability 2060,39 kg, Flow 3,96 mm, and MQ 520,96 kg / mm and the digital test equipment stability 1939,86 kg, Flow 4.25 mm, and MQ 471,43 kg / mm. From the analysis using a statistical test showed no significant differences in the Marshall test results in a test using analog and digital test equipment. Condition that needs attention is the dial reading of Marshall test equipment must use the analog video recording support. It is intended to reduce errors that can arise when direct visual readout directly at the time of testing.

## LIST OF REFERENCES

- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Riduwan dan Sunarto. 2013. *Pengantar Statistika Untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Roscoe di kutip dari Uma Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Sukirman. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Supranto. 2009. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 7*. Jakarta: Erlangga.

## PERANCANGAN KOMPOSISI BAHAN SAMI MENGUNAKAN SERUTAN KARET BAN BEKAS

**Edward Ngii**  
Program Doktor Teknik Sipil  
Fakultas Teknik - UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[dwrn.ngii@gmail.com](mailto:dwrn.ngii@gmail.com)

**Latif Budi Suparma**  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan  
Fakultas Teknik-UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[suparma@yahoo.com](mailto:suparma@yahoo.com)

### Abstract

Using shredded rubber in SAMI mixture should be designed to obtain the aggregate structure that had a locks each other optimally. The research aimed to obtain the composition of SAMI material that design by shredded rubber in the mixture. Dry compaction test was performed to the mortar mixture to obtain the optimum composition of sand-filler. Two kind of filler were investigated were stone dust and cement portland. Analysis of density and porosity mortar were performed to obtain the target porosity that was used in the calculation of SAMI composition in the following proportion: 0%, 5%, 10% and 20% of shredded rubber by 0%, 5%, 10% and 20%. The results indicated that the optimum value of stone dust or cement filler in mortar mix by 30%. Use of stone dust filler 40% can produce the porosity value better than cement filler mortar, but this percentage need to be evaluated because design by high level filler cause the mixture of SAMI tends to brittle and easy to crack.

**Keywords:** SAMI, shredded rubber, interlayer, dry compaction test

### Abstrak

Penggunaan karet serutan dalam campuran SAMI perlu dirancang untuk memperoleh struktur agregat yang dapat saling mengunci satu sama lain secara optimal. Tujuan penelitian yaitu untuk memperoleh komposisi bahan SAMI yang dirancang menggunakan serutan karet. Konsep tes pemadatan kering diaplikasikan pada campuran mortar untuk memperoleh komposisi optimum dari campuran pasir-filler. Dua jenis filler yang diteliti yaitu debu batu dan semen. Analisis berat jenis mortar dan porositas dilakukan untuk memperoleh porositas target yang digunakan dalam perhitungan komposisi SAMI menggunakan serutan karet 0%, 5%, 10% and 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan optimum filler debu batu atau semen dalam campuran mortar sebesar 30%. Penggunaan filler debu batu 40% memberikan nilai porositas mortar yang lebih baik dibanding filler semen, namun penggunaan kadar ini perlu dievaluasi sebab kadar filler yang cukup tinggi cenderung membuat campuran menjadi getas dan mudah retak.

**Kata-kata kunci:** SAMI, serutan karet, lapis antara, tes pemadatan kering

## PENDAHULUAN

Pelapisan ulang (*overlay*) merupakan metode yang umum digunakan untuk meningkatkan dan memperbaiki kapasitas struktur perkerasan akibat peningkatan beban atau kerusakan struktural dimana penanganan dengan *praoverlay* sudah tidak efektif lagi. Namun kelemahan metode ini yaitu sangat rentan terhadap retak refleksi jika dilakukan pada volume lalu lintas kendaraan berat yang tinggi (Hall dan Benhatti, 2008).

Penggunaan lapis *interlayer* sebagai penahan retak refleksi dalam *overlay* perkerasan telah dianggap sebagai metode yang efisien diantara sistem kontrol retak refleksi baik dari segi kinerja dan biaya (Vanelstraete dan de Bondt, 1997; Buttlar, 2000). *Strees Absorbing Membrane Interlayer* (SAMI) adalah salah satu bahan *interlayer* yang memiliki sifat khusus yaitu menurunkan konsentrasi tegangan (*stress relieving interlayers*) pada lapis *overlay*.

Kinerja SAMI pada overlay perkerasan lentur menunjukkan hasil yang memuaskan dalam menahan retak refleksi (Suparma,2005; Yamin dan Aschuri,2009), namun hasil investigasi lapangan oleh Von Quintus, et al., (2010), menunjukkan hasil yang berbeda jika SAMI digunakan pada overlay beton, dimana kinerjanya dalam menahan retak refleksi menjadi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sistem interlayer SAMI masih belum dirancang untuk mengatasi retak refleksi yang berasal dari beban lalu lintas berat dan *thermal* yang umumnya terjadi di perkerasan beton.

Vanelstraete, et al. (1997) menyatakan bahwa bahan yang kekakuan dan modulus elastisitasnya sangat kecil dapat berfungsi menahan deformasi horisontal yang besar pada berbagai temperatur, sehingga dapat memperlambat proses retak refleksi dalam banyak kasus. Vivi (2004) menunjukkan bahwa karet ban bekas dapat membuat kekakuan dan modulus elastisitas campuran beraspal menjadi lebih kecil.

Permasalahan yang dihadapi dalam merancang SAMI menggunakan serutan karet yaitu belum adanya standar perencanaan penggunaan karet dalam campuran beraspal seperti SAMI, sehingga dikhawatirkan terjadi segregasi dalam pencampuran agregat akibat perbedaan berat jenis bahan. Dampaknya campuran menjadi lebih berpori sehingga penggunaan aspal menjadi lebih banyak dan menjadi tidak ekonomis.

Salah satu upaya untuk memperoleh rancangan SAMI menggunakan serutan karet ban yang lebih ekonomis dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode pemadatan kering yang digunakan dalam Suparma (2005) dan dikembangkan oleh Anthon (2002) untuk berbagai ukuran agregat. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh komposisi bahan SAMI yang dirancang menggunakan serutan karet ban bekas.

### Bahan susun SAMI

Bahan SAMI-Rubber dalam terdiri dari pasir alam (lolos no. 8 dan tertahan no.200), filler (debu batu dan portland cement), aspal penetrasi 60/70 dan karet serutan ban bekas (lolos saringan no.4). Peralatan utama penelitian berupa alat uji kepadatan kering (*dry compacted test*) modifikasi yang terdiri dari mould berdiameter 100 mm dan tinggi 1400 mm, diletakkan di atas meja yang digetarkan dengan tangki pemutar, diputar secara manual sebanyak 120 kali putaran (1detik=2putaran) selama 1 menit.

Pengujian bahan susun mengacu pada standar SNI atau AASTHO/ASTM. Pengujian pemadatan kering dilakukan terhadap campuran mortar (pasir+filler) dengan variasi pasir dari 50–90% dengan peningkatan setiap 10%, sedangkan bahan karet dilakukan tersendiri.

### Analisis campuran SAMI

Analisis dilakukan terhadap *density* mortar, berat jenis, dan porositas, menggunakan rumus berikut:

- Density (*D*)  

$$D = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} (\text{gr/cm}^3) \dots\dots\dots(1)$$

- Berat jenis campuran mortar (*SGa*)  

$$SGa = \frac{100}{\frac{\%Pasir}{B_j \text{ pasir}} + \frac{\%Filler}{B_j \text{ filler}}} \dots\dots\dots(2)$$

- Porositas (*P*)  

$$P = 100. \left(1 - \frac{D}{SGa}\right) \dots\dots\dots(3)$$

Porositas target merupakan nilai porositas minimum dari campuran mortar yang ditentukan berdasarkan hubungan antara nilai porositas dan kadar filler dalam campuran mortar. Dengan mengetahui *specific gravity* dari agregat halus dan *filler*, maka nilai porositas dapat ditentukan. Nilai porositas mortar dan karet yang diperoleh merupakan nilai awal yang digunakan dalam perhitungan perancangan komposisi SAMI-Rubber. Perancangan berat masing-masing bahan SAMI dilakukan berdasarkan prosentase karet dalam volume agregat dan selanjutnya komposisi bahan dihitung berdasarkan perbandingan berat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil pengujian bahan susun SAMI

Metode pengujian bahan susun disesuaikan dengan Standard Nasional Indonesia (SNI). Hasil-hasil pengujian untuk bahan pasir, filler dan serutan karet adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil pengujian bahan susun SAMI

Bahan susun	Jenis Pengujian	Hasil
Pasir	Pengujian gradasi	
	Daerah gradasi	Daerah II (agak kasar)
	Modulus kehalusan	2,719
	Berat satuan	1,518 kg/cm <sup>3</sup>
	Berat jenis & Penyerapan air	
	Bj bulk	2,717 gr/cm <sup>3</sup>
	Bj SSD	2,765 gr/cm <sup>3</sup>
	Bj semu	2,854 gr/cm <sup>3</sup>
	Penyerapan air	1,77%
	Filler	
Debu batu	Berat jenis	2,693 gr/cm <sup>3</sup>
Semen		3,15 gr/cm <sup>3</sup>
Serutan karet	Berat jenis	1,078 gr/cm <sup>3</sup>
Aspal	Berat jenis	1,032 gr/cm <sup>3</sup>

### Berat jenis mortar (pasir-filler)

Mortar didefinisikan sebagai campuran pasir dan filler. Berat jenis campuran mortar ditentukan dari berat jenis efektif bahan pasir dan filler, seperti tercantum pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Berat jenis efektif bahan pasir dan filler

Bahan	Bj <sub>bulk</sub>	Bj <sub>semu</sub>	Bj <sub>efektif</sub>
Pasir alam	2,717	2,854	2,785
Debu batu	2,693	2,693	2,693
Semen	3,150	3,150	3,150

Berdasarkan data Tabel 2, selanjutnya berat jenis campuran mortar yang dihitung berdasarkan Persamaan (2), adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil perhitungan berat jenis mortar (SGa) gr/cc

Variasi	Komposisi mortar		Berat jenis mortar dengan filler	
	Pasir	Filler	Debu batu	Semen
Variasi-1	50	50	2,738	2,956
Variasi-2	60	40	2,748	2,921
Variasi-3	70	30	2,757	2,886
Variasi-4	80	20	2,766	2,851
Variasi-5	90	10	2,776	2,818

Nilai berat jenis mortar seperti pada Tabel 3, digunakan dalam perhitungan porositas campuran mortar untuk masing-masing variasi.

### Nilai porositas mortar

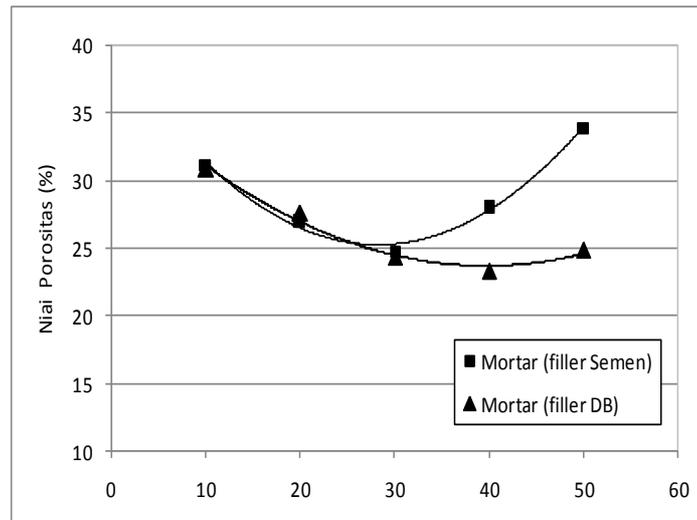
Nilai porositas mortar ditentukan berdasarkan hasil tes pemadatan kering. Hasil tes pemadatan kering untuk masing-masing variasi mortar berdasarkan jenis yang digunakan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.** Nilai porositas mortar menggunakan filler debu batu

Variasi	Komposisi, %		Density (D)	Bj mortar (SGa), gr/cc	Porositas (P) %
	Pasir	Filler Debu batu			
Variasi-1	50	50	2,056	2,738	24,903
Variasi-2	60	40	2,106	2,748	23,368
Variasi-3	70	30	2,084	2,757	24,391
Variasi-4	80	20	2,001	2,766	27,674
Variasi-5	90	10	1,918	2,776	30,906

**Tabel 5.** Nilai porositas mortar menggunakan filler semen

Variasi	Komposisi, %		Density (D)	Bj mortar (SGa), gr/cc	Porositas (P) %
	Pasir	Filler semen			
Variasi-1	50	50	1,952	2,956	33,968
Variasi-2	60	40	2,102	2,921	28,038
Variasi-3	70	30	2,169	2,886	24,820
Variasi-4	80	20	2,082	2,851	26,993
Variasi-5	90	10	1,938	2,818	31,220



**Gambar 1.** Grafik nilai porositas mortar berdasarkan jenis filler yang digunakan

Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian dry compacted test pada mortar menggunakan filler debu batu memberikan nilai porositas yang lebih baik dibanding menggunakan filler semen. Nilai porositas terkecil pada mortar menggunakan filler debu batu, diperoleh pada penggabungan 60% pasir dan 40% debu batu dengan nilai porositas 23,50%, sementara pada filler semen diperoleh pada penggabungan 70% pasir dan 30% semen dengan nilai porositas 25%.

Hasil ini juga memperlihatkan bahwa perbedaan berat jenis filler debu batu dan semen dalam campuran mortar memberikan hasil yang berbeda setelah kadar filler 30%. Semakin besar perbedaan berat jenis bahan dari campuran mortar, nilai porositas campuran semakin besar. Kondisi ini diperlihatkan pada penggunaan kadar filler 40%, dimana kepadatan mortar menggunakan debu batu semakin baik dibandingkan dengan filler semen. Walaupun nilai porositas yang dihasilkan menjadi lebih baik, namun penggunaan kadar filler yang lebih banyak dalam campuran beraspal seperti SAMI masih perlu dievaluasi. Hal ini disebabkan penggunaan filler yang banyak cenderung menciptakan campuran yang getas dan mudah retak, sebaliknya jika terlalu rendah bisa menciptakan campuran yang terlalu lembek, sehingga mudah terjadi kerusakan bleeding. Sebagai bahan interlayer penahan retak refleksi, maka desain SAMI perlu diusahakan agar tidak getas dan mudah retak.

Nilai porositas serutan karet dilakukan tersendiri dengan tiga kali pengujian DCT. Nilai rata-rata porositas dari bahan serutan karet sebesar 59,207%. Hasil ini terbilang cukup besar dibandingkan dengan agregat normal berkisar 30-40% (Kardiyono, 2007) demikian pula jika dibandingkan dengan penelitian Suparma (2005) yang menggunakan serutan plastik jenis LDPE dengan porositas sebesar 40,3%. Hal ini dimungkinkan karena bahan karet memiliki sifat kenyal sehingga efek pemadatan tidak memberikan pengaruh yang signifikan sebelum dan setelah proses pengujian DCT.

#### **Evaluasi penggunaan karet dalam campuran beraspal**

Prosentase optimum penggunaan karet dalam campuran beraspal, dapat diperoleh dari hasil penelitian Wahyu dan Suparma (2013). Hasil *trial* penggunaan karet jenis *crumb rubber*

pada campuran aspal HRS-WC dengan kadar aspal sebesar 7% melalui uji *Marshall* memberikan nilai stabilitas seperti pada Tabel 6 berikut:

**Tabel 6.** Nilai stabilitas HRS-WC menggunakan karet crumb rubber sebagai agregat (Wahyu dan Suparma, 2013)

No	Penggunaan karet	% Karet ( <i>crumb rubber</i> )	Nilai stabilitas (kg)	Keterangan (Stabilitas $\geq$ 800 kg)
1.	Agregat halus	5% (1-2 mm)	878	Terpenuhi
		10% (1-2 mm)	796,35	Tidak terpenuhi
		20% (1-2 mm)	-	Gagal pemadatan
		5% (lolos No.50)	656	Tidak terpenuhi
		10% (lolos No.50)	450	Tidak terpenuhi
		20% (lolos No.50)	329	Tidak terpenuhi
2.	Debu batu	5% (lolos No.50)	1143,2	Terpenuhi
		10% (lolos No.50)	871,01	Terpenuhi
		20% (lolos No.50)	1067,00	Terpenuhi

Berdasarkan Tabel 6, dapat dinyatakan bahwa penggunaan optimum karet jenis *crumb rubber* dalam campuran beraspal berkisar 20% dari volume agregat dengan ukuran karet *crumb rubber* lolos No.50. Berdasarkan data ini, perhitungan komposisi SAMI menggunakan serutan karet, dibatasi pada penggunaan 20% serutan karet dengan variasi penggunaan karet serutan dalam SAMI sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

### Perancangan komposisi bahan SAMI

Pehitungan komposisi bahan SAMI menggunakan serutan karet berdasarkan perbandingan berat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

Contoh hitungan komposisi bahan SAMI, untuk penggunaan serutan karet 10%.

a. Diketahui berat jenis bahan dan mortar:

- Karet serut = 1,078
- Pasir = 2,785
- Filler debu batu = 2,693
- Prosentase Mortar = 60% Pasir : 40% Filler debu batu
- Berat jenis Mortar = 2,748

b. Komposisi bahan untuk 10% karet serutan dengan perbandingan berat adalah sebagai berikut:

- Karet serutan =  $10 \times 1,078 = 10,78$  gr
- Pasir =  $0,6 \times 90 \times 2,748 = 148,4$ gr
- Filler =  $0,4 \times 90 \times 2,748 = 98,91$ gr

c. Prosentase bahan pada point c, berdasarkan perbandingan berat:

- Karet serutan = 4,2%
- Pasir = 57,5%
- Filler = 38,3%

d. Berat jenis agregat campuran = 2,581 (Persamaan 2)

Hasil perhitungan komposisi bahan SAMI-Rubber untuk prosentase penggunaan serutan karet sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, secara lengkap disajikan pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Hasil rancangan komposisi bahan SAMI-R berdasarkan perbandingan berat

Material	Berat Jenis	Mix design (% dari total campuran)				
		A	B	C	D	E
Karet serutan	1,078	0,0	2,0	4,2	6,5	8,9
Pasir	2,785	60,0	58,8	57,5	56,1	54,6
Filler debu batu	2,693	40,0	39,2	38,3	37,4	36,4
<b>Berat jenis campuran (SG mixed agregat)</b>		<b>2,748</b>	<b>2,664</b>	<b>2,581</b>	<b>2,497</b>	<b>2,414</b>
<b>Prosentase karet berdasarkan volume agregat</b>		<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>

Data pada Tabel 7 menunjukkan bahwa berat jenis campuran agregat SAMI semakin menurun akibat penambahan karet dalam campuran. Penggunaan bahan aspal dalam campuran SAMI dapat mengacu pada Vanelstraete dan Bondt (1997) yang merekomendasikan penggunaan kadar aspal 8–12% pada campuran SAMI.

### Rancangan komposisi bahan SAMI keperluan pengujian

Jika hasil perancangan seperti pada Tabel 7 telah diperoleh, maka kebutuhan bahan SAMI untuk berbagai keperluan pengujian dapat dihitung. Untuk mengetahui properties campuran SAMI dibuat benda uji *Marshall* sedangkan untuk membuat lapis interlayer dengan panjang 50 cm, lebar 10 cm untuk ketebalan 1 cm, 2 cm dan 3 cm, dibutuhkan masing-masing agregat sebesar 600, 1200 dan 1800 gram. Contoh hasil perhitungan kebutuhan bahan SAMI untuk pembuatan benda uji *Marshall* diberikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil rancangan komposisi bahan SAMI untuk pembuatan benda uji Marshall

Prosentase Karet Serutan	Bahan SAMI-R	Prosentase Bahan	Prosentase kadar aspal				
			8%	9%	10%	11%	12%
0%	Karet serutan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pasir	60,0	660,0	660,0	660,0	660,0	660,0
	Filler debu batu	40,0	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0
	Aspal AC 60/70		88,0	99,0	110,0	121,0	132,0
	<b>Total berat</b>	<b>100,0</b>	<b>1188,0</b>	<b>1199,0</b>	<b>1210,0</b>	<b>1221,0</b>	<b>1232,0</b>
5%	Karet serutan	2,0	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
	Pasir	58,8	646,6	646,6	646,6	646,6	646,6
	Filler debu batu	39,2	431,1	431,1	431,1	431,1	431,1
	Aspal AC 60/70		88,0	99,0	110,0	121,0	132,0
	<b>Total berat</b>	<b>100,0</b>	<b>1188,0</b>	<b>1199,0</b>	<b>1210,0</b>	<b>1221,0</b>	<b>1232,0</b>
10%	Karet serutan	4,2	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9
	Pasir	57,5	632,4	632,4	632,4	632,4	632,4
	Filler debu batu	38,3	421,6	421,6	421,6	421,6	421,6
	Aspal AC 60/70		88,0	99,0	110,0	121,0	132,0
	<b>Total berat</b>	<b>100,0</b>	<b>1188,0</b>	<b>1199,0</b>	<b>1210,0</b>	<b>1221,0</b>	<b>1232,0</b>
15%	Karet serutan	6,5	71,2	71,2	71,2	71,2	71,2
	Pasir	56,1	617,3	617,3	617,3	617,3	617,3
	Filler debu batu	37,4	411,5	411,5	411,5	411,5	411,5
	Aspal AC 60/70		88,0	99,0	110,0	121,0	132,0
	<b>Total berat</b>	<b>100,0</b>	<b>1188,0</b>	<b>1199,0</b>	<b>1210,0</b>	<b>1221,0</b>	<b>1232,0</b>
20%	Karet serutan	8,9	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3
	Pasir	54,6	601,0	601,0	601,0	601,0	601,0
	Filler debu batu	36,4	400,7	400,7	400,7	400,7	400,7
	Aspal AC 60/70		88,0	99,0	110,0	121,0	132,0
	<b>Total berat</b>	<b>100,0</b>	<b>1188,0</b>	<b>1199,0</b>	<b>1210,0</b>	<b>1221,0</b>	<b>1232,0</b>

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang komposisi SAMI menggunakan karet serutan, diperlukan perbandingan komposisi optimum dari campuran mortar (pasir-filler) yang diperoleh dari hasil tes kepadatan kering.
2. Penggunaan kedua filler baik debu batu (standar) atau semen dalam campuran mortar (pasir-filler) dapat digunakan pada prosentase sebesar 30%.
3. Semakin besar perbedaan berat jenis bahan dalam campuran mortar (pasir-filler) untuk bahan SAMI, potensi porositas campuran SAMI semakin besar.
4. Porositas mortar dengan filler debu batu memberikan hasil yang lebih baik yaitu sebesar 23,50% pada penggunaan 60% pasir dan 40% debu batu dibandingkan filler semen sebesar 25% pada penggunaan 70% pasir dan 30% semen

Sebagai saran dan rekomendasi dalam penelitian ini bahwa penggunaan filler yang cukup besar perlu dievaluasi, sebab penggunaan filler yang banyak cenderung menciptakan campuran yang getas dan mudah retak. Disisi lain, SAMI sebagai lapis penahan retak refleksi diharapkan memiliki ketahanan terhadap retak sehingga penggunaan kadar filler dan jenis filler mana yang memberikan hasil optimum masih perlu dievaluasi lebih lanjut melalui pengujian kinerja interlayer.

Selain itu, penggunaan serutan karet sebesar 20% dalam perhitungan komposisi bahan, bukan merupakan kadar optimum untuk campuran SAMI, oleh karenanya kadar serutan karet dalam campuran SAMI masih perlu dicari penggunaan optimumnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ASTM, 1974, Road and Paving Materials, Paving Management Technology, Annual Book of ASTM Standart, Washington.
- Anthon, S. 2002, Perancangan Campuran Agregat Aspal Bergradasi Rapat yang Kompak dengan Metode Tes Pematatan Kering, Tesis, Program Magister Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta.
- Buttlar, B. 2000. Reflective Crack Relief Interlayers. Cracking in Pavements Symposium. Laramie, WY: University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Hall, K.D. dan Banihatti, N., 2008, Structural Design of Portland Cement Concrete Overlays for Pavements, Mack-Blackwell Rural Transportation Center, Dept. of Civil Engineering, University of Arkansas.
- Kardiyono, 2007. Teknologi Beton, Edisi pertama, Biro Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Suparma, L.B., 2005, Laboratory Design and Performance of Stress Absorbing Membrane Interlayer (SAMI) Incorporating Waste Recycled Plastic. Jurnal Media Teknik. No. 2 Tahun XXVII Edisi Mei.
- Vanelstraete and Bondt, A.H., 1997, Crack Prevention and Use of Overlay Systems, RILEM Conference in Prevention of Reflective Cracking in Pavements Brussels. Edited by A.Vanelstraete and L. Francken, pp. 42-60.
- Von Quintus, H.L., Mallela J., and Shen. S., (2010), Techniques for Mitigation of Reflective Cracks, The 2010 FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference, Atlantic City, New Jersey, USA.

- Vanelstraete, Bondt, A.H., Courard, L., 1997, Characterization of overlay system. RILEM Conference in Prevention of Reflective Cracking in Pavements Report. Brussels. Edited by A.Vanelstraete and L. Francken pp. 61-62.
- Vivi, 2004, Kinerja Campuran Beton Aspal dengan Ban Bekas sebagai Pengganti Sebagian Agregat terhadap Flexural Fatigue Test, Tesis, Program Magister Teknik Sipil, ITB, Bandung.
- Yamin, R.A.; Aschuri, I. 2009. Stress Absorbed Membrane Interlayer (SAMI) Untuk Menghambat Retak Refleksi. Paper yang dipresentasikan pada Simposium XII FSTPT. Surabaya: Universitas Kristen Petra.

## ANALISA PENGUJIAN EKSTRAKSI METODE SENTRIFUGAL DAN REFLUK PADA CAMPURAN AC-WC

### Candra Karisma

Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[candra.karisma@rocketmail.com](mailto:candra.karisma@rocketmail.com)

### Sonya Sulistyono

Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

### Ririn Endah B.

Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[ririndidin@gmail.com](mailto:ririndidin@gmail.com)

### Abstract

Two methods for determining asphalt content that's usually used are centrifugal and reflux method. Both of The two methods have the same theoretical principle, but different ways to separate mixtures. Centrifugal method separating a mixture by stirring the solvent and sample mechanically, but the reflux method with evaporation. This study, conducted a study of two methods for bitumen extraction test, bitumen extraction comparing results between the two methods, and compare with bitumen content plans. Three levels of AC-WC (5,5%, 6,0% and 6,5%) are used for bitumen extraction. Results of studies using F-test approaches showed significant differences between bitumen extraction test results (reflux and centrifugal) against the bitumen content plan. Indicated by the value of  $F_{count} > F_{table}$  ( $38,447 > 3,555$ ). While the results of comparison testing between centrifugal and reflux extraction using T-test indicated that there were differences in the test results, but not significantly. Where indicated  $t_{count} < t_{table}$  ( $0,997 < 2,4469$ ). Bitumen extraction test results reflux method most closely with bitumen value plans and standard deviation between the smallest test results. However, testing of bitumen extraction methods reflux testing requires a very long time

**Keyword:** Asphalt Extraction, reflux method, centrifuge method, AC-WC.

### Abstrak

Dua metode ekstraksi aspal yang biasa dilakukan yaitu metode Centrifugal dan Reflux. Dua metode ini memiliki prinsip teori sama, tetapi berbeda cara memisahkan campuran. Metode Centrifugal memisahkan campuran dengan mengaduk larutan dan benda uji secara mekanis, tetapi metode Reflux dengan penguapan. Penelitian ini melakukan studi terhadap dua metode pengujian ekstraksi aspal tersebut, yaitu membandingkan hasil ekstraksi aspal antara dua metode tersebut, serta membandingkan dengan kadar aspal rencananya. Tiga kadar aspal campuran AC-WC (5,5%; 6,0% dan 6,5%) dilakukan ekstraksi aspal. Hasil penelitian menggunakan pendekatan uji-F menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara hasil pengujian ekstraksi aspal (Reflux dan Centrifugal) terhadap kadar aspal rencana. Ditunjukkan dengan nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  ( $38,447 > 3,555$ ). Sedangkan perbandingan hasil pengujian antara ekstraksi Centrifugal dan Reflux menggunakan uji-T menunjukkan terdapat perbedaan hasil pengujian, tetapi tidak signifikan. Dimana ditunjukkan  $T_{hitung} < T_{tabel}$  ( $0,997 < 2,4469$ ). Hasil pengujian ekstraksi aspal metode Reflux paling mendekati dengan nilai aspal rencana dan standar deviasi antar hasil pengujian paling kecil. Namun pengujian ekstraksi aspal metode Reflux membutuhkan waktu pengujian sangat lama.

**Kata kunci:** Ekstraksi aspal, metode Reflux, metode Centrifugal, dan campuran AC-WC.

## PENDAHULUAN

Campuran pada perkerasan jalan raya terdiri dari campuran agregat dan aspal, yang mana keawetan dari suatu perkerasan jalan tergantung juga pada komposisi bahan yang digunakan sebagai campuran beraspal. Sehingga perencanaan dari suatu campuran beraspal untuk perkerasan jalan sangat diperlukan, karena perencanaan dan kombinasi campuran yang tepat dapat meningkatkan kualitas dari perkerasan jalan, selain itu hal tersebut juga dapat menambah umur dari perkerasan jalan itu sendiri.

Berdasarkan hal tersebut yang telah disebutkan diatas, maka dibutuhkan sebuah pengujian yang dilakukan untuk memisahkan/ ekstrak bahan agregat dan aspal, sehingga kita dapat

mengetahui kembali komposisi bahan sesuai perencanaan, saat ini terdapat dua metode pemisahan perkerasan beraspal yang sering dijumpai dan digunakan, yaitu sentrifugal dan refluk. Kedua metode ini pada dasarnya memiliki teori yang sama tetapi memiliki perbedaan dalam cara memisahkan campuran. Pada metode sentrifugal memisahkan campuran dengan cara mengaduk larutan dan benda uji secara mekanis dan waktu pengujian relatif lebih cepat (SNI 03-6894-2002). Pada metode refluk memisahkan campuran dengan cara penguapan pelarut dan membutuhkan waktu pengujian yang relatif lebih lama (RSNI M-05-2004). Dilihat dari perbedaan cara pemisahannya dan waktu yang dibutuhkan, muncul pertanyaan apakah salah satu metode menghasilkan hasil pengujian yang lebih baik atau keduanya tidak memiliki perbedaan yang signifikan dari hasil pengujianya, sehingga dari hal tersebut dibutuhkan suatu studi.

Berdasarkan pertimbangan di atas untuk mengetahui dari kedua metode, hasil pengujian ekstraksi manakah yang lebih baik perlu dilaksanakan penelitian mengenai analisa hasil pengujian ekstraksi menggunakan metode refluk dan sentrifugal. Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan pengujian ekstraksi pada campuran aspal panas *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC).

## **METODE PENELITIAN**

### **Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)**

Benda uji yang digunakan adalah campuran aspal beton *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC). Campuran ini merupakan campuran yang sering digunakan, selain itu pada struktur perkerasan jalan campuran ini digunakan sebagai lapisan aus yang mana memiliki ketebalan nominal minimum 4 cm. Lapisan aus yang dimaksud disini adalah lapisan ini bersinggungan langsung dengan komponeen ban pada kendaraan yang lewat di atasnya, lapisan ini juga langsung menerima gesekan akibat rem dari ban kendaraan sehingga nantinya lapisan ini mudah mengalami keausan.

### **Kebutuhan Sampel**

Menurut Hadijah (2011) untuk mendapatkan suatu ketelitian kadar aspal dari suatu pengujian ekstraksi, maka didalam sebuah pelaksanaan harus menggunakan lebih dari 1 sampel pengujian atau minimal 3. Penelitian ini menggunakan tiga variasi kadar aspal (5,5%; 6,0%, dan 6,5%) pada campuran AC-WC. Setiap kadar aspal diuji memiliki sebanyak 4 benda uji.

### **Metode Pengujian Ekstraksi**

Pengujian ekstraksi adalah pemisahan campuran dari dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang dapat melarutkan suatu bahan yang ada dalam campuran tersebut. Pengujian ekstraksi sentrifugal adalah metode yang memisahkan antara agregat dengan aspal dengan mekanisme putaran. Selain itu metode ini kecepatannya dapat diubah-ubah untuk menambah tingkat keefektifan adukan pelarut di dalam alat. Selain itu metode ekstraksi sentrifugal adalah metode yang paling sering dan cepat proses ekstraksinya dan memiliki tingkat paparan pelarut yang paling rendah.

Metode pengujian refluk pada pelaksanaannya memisahkan aspal dengan mineral lainya dengan cara penguapan menggunakan tabung gelas. Mekanismenya adalah dengan menguapkan pelarut secara sirkulasi untuk melarutkan aspal dalam campuran menjadi cairan, tetapi metode ini membutuhkan waktu yang lama dan m(Schultz, 1988)



**Gambar 1** Alat Uji Ekstraksi Sentrifugal



**Gambar 2** Alat Uji Ekstraksi Refluk

Sesuai dengan SNI 03-6894-2002 dan SNI RSNI M-05-2004, kedua metode memiliki persamaan sama dalam menentukan kadar aspal, yaitu:

$$B = \frac{(W_1 - W_2) - (W_3 + W_4)}{W_1 - W_2} * 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan pengertian :

- B : Kadar aspal, dalam persen (%).
- W<sub>1</sub> : Berat benda uji, dalam gram.
- W<sub>2</sub> : Berat air dalam benda uji, dalam gram.
- W<sub>3</sub> : Berat mineral agregat hasil ekstraksi, dalam gram.
- W<sub>4</sub> : Berat mineral halus yang tertinggal di dalam filtrat, dalam satuan gram.

**Tahapan Pelaksanaan penelitian**

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Penentuan jumlah kebutuhan benda uji untuk metode sentrifugal dan refluk.
2. Pengambilan benda uji.
3. Pengujian ekstraksi menggunakan metode sentrifugal dan refluk.
4. Perbedaan rata-rata (Anova: 2 Faktor dengan Replikasi)
5. Perbedaan Dua Rata-rata Metode Sentrifugal dan Refluk
6. Pendugaan hasil pengujian.
7. Kesimpulan dan saran.

**Analisa Data**

**Analisa Statistik Uji-T**

Dalam menganalisa dan mengolah data dari hasil pengujian ekstraksi, digunakan uji statistik t. Uji t berfungsi untuk menguji hipotesis dan membuat pendugaan parameter. Untuk pengujian hipotesis digunakan analisis signifikansi menggunakan *SPSS (Statistical product and service solutions)* dan untuk pengujian pendugaan parameter menggunakan Microsoft Excel.

Pengujian perbedaan rata-rata dilakukan guna menguji kebenaran atau kepalsuan dari hipotesis nol, apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak (Supranto, 2009).

1. Menghitung nilai standart deviasi

$$X = \frac{1}{n} \sum Xi = \frac{1}{n} (X1 + X2 + \dots X3) \quad \dots\dots\dots (2)$$

2. Menghitung nilai standart deviasi

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum (X_i - \bar{X})^2)} \dots\dots\dots (3)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{s}{\sqrt{n}}} \dots\dots\dots (4)$$

3. Merumuskan hipotesis

H0 :  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  ( $\mu_1 = \mu_2$ ), maka hipotesis H0 diterima

H1 :  $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$  ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ), maka hipotesis H1 diterima

4. Pengujian hipotesis dengan Perbedaan Dua Rata-rata ( $n \leq 30$ )

$$t_{\alpha/2} = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \dots\dots\dots (5)$$

5. Apabila nilai dari  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka H0 ditolak, artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian ekstraksi metode refluks dan metode sentrifugal. Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka H0 diterima, artinya tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian menggunakan metode refluks dengan metode sentrifugal.

**Pendugaan Hasil Pengujian**

Pengujian dilakukan untuk mencari pendugaan nilai berupa interval yang dibatasi oleh dua nilai, yaitu nilai batas bawah dan batas atas (Supranto, 2009). Berikut adalah tahapan menguji pendugaan dari hasil pengujian ekstraksi.

6. Menentukan rata-rata sampel

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + \dots + X_n) \dots\dots\dots (6)$$

7. Menentukan tingkat kesalahan sebesar 5 % atau probabilitas sebesar 95 %.

8. Menentukan standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum (X_i - \bar{X})^2)} \dots\dots\dots (7)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{s}{\sqrt{n}}} \dots\dots\dots (8)$$

9. Menghitung nilai pendugaan hasil pengujian

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (9)$$

**Analisa Statistik Uji-F**

Analisis Uji F adalah metode uji serentak atau uji Anova, yaitu pengujian statistik untuk melihat pengaruh semua variabel bebasnya secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Uji F dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel. Metode uji F yang digunakan untuk mengolah data hasil pengujian ekstraksi adalah fungsi Anova Two Factor With Replication, fungsi ini digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata baik berdasarkan baris maupun kolom serta menguji interaksi antar faktor. Pengujian menggunakan Uji-F dapat dilakukan dengan menggunakan software pengolah Microsoft Excel. (Suliyanto, 2012).

## Hipotesa

### Uji T

- Tolak  $H_0$  :  $\mu_1 \neq \mu_2$ , artinya pada rata-rata hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi sentrifugal dan metode ekstraksi refluk terdapat ada perbedaan yang signifikan.
- Terima  $H_0$  :  $\mu_1 = \mu_2$ , artinya pada rata-rata hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi sentrifugal dan metode ekstraksi refluk tidak terdapat ada perbedaan yang signifikan.

### Uji F

#### Hipotesa Perbedaan Hasil Ekstraksi Antar Metode (Baris)

- Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , Tidak terdapat perbedaan secara nyata dari rata-rata hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.
- Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , Terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata yang hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.

#### Hipotesa Perbedaan Hasil Ekstraksi Antar Kadar Aspal (Kolom)

- Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , Tidak terdapat perbedaan secara nyata dari rata-rata hasil ekstraksi antar kadar aspal.
- Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , Terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata hasil ekstraksi antar kadar aspal.

#### Hipotesa Interaksi Hasil Ekstraksi Antara Kadar Aspal dan Metode (Kolom dan Baris)

- Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , Tidak terdapat interaksi dari rata-rata hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.
- Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , Terdapat interaksi dari rata-rata hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Ekstraksi Menggunakan Metode Refluk dan Sentrifugal

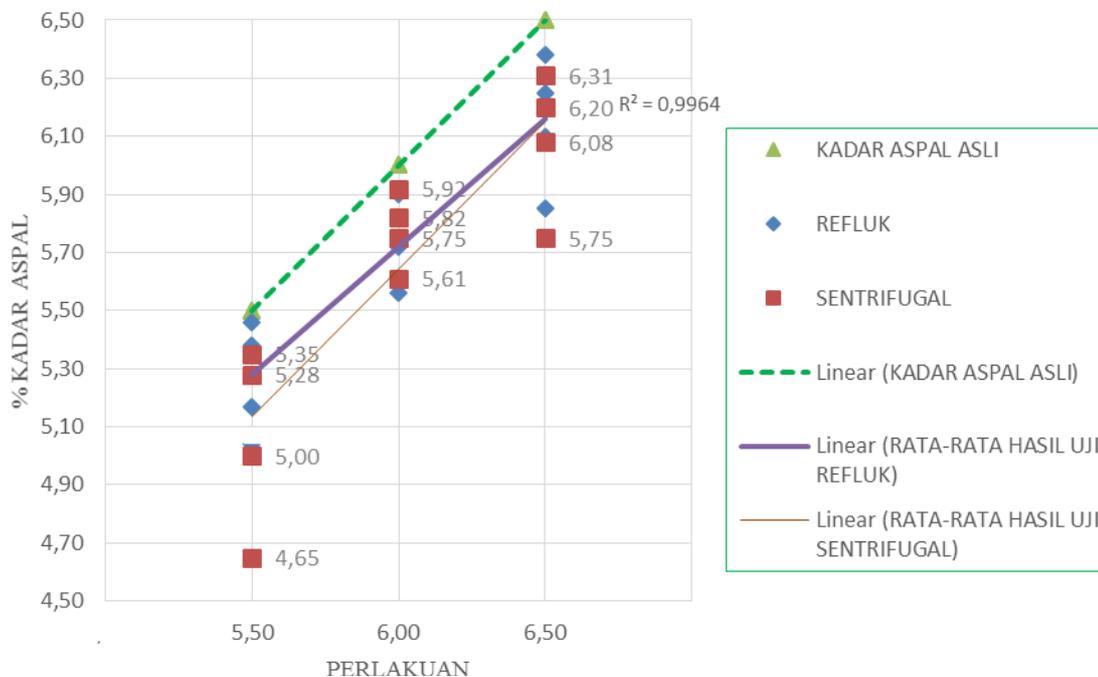
Setelah dilakukan pengujian ekstraksi terhadap variasi kadar aspal pada masing-masing metode pengujian ekstraksi, didapatkan hasil pengujian ekstraksi ditunjukkan berikut ini.

**Tabel 1** Hasil Pengujian Ekstraksi Aspal Campuran AC-WC

No.	Kadar Aspal 6,5%		Kadar Aspal 6,0%		Kadar Aspal 5,0%	
	Refluk	Sentrifugal	Refluk	Sentrifugal	Refluk	Sentrifugal
1	6,25	6,31	5,72	5,93	5,17	5,35
2	6,10	6,20	5,82	5,75	5,04	5,00
3	6,38	6,08	5,56	5,61	5,46	4,65
4	5,85	5,75	5,90	5,82	5,38	5,28
Rata-rata	6,15	6,09	5,75	5,78	5,26	5,07
SD	0,228	0,242	0,147	0,130	0,192	0,318
SD Rata-rata	0,114	0,121	0,073	0,065	0,096	0,159

Dari Tabel 1, hasil pengujian ekstraksi terhadap kadar aspal asli menunjukkan bahwa hasil rata-rata untuk pengujian menggunakan metode refluk adalah sebesar 6,14%, 5,75, dan

5,26 sedangkan untuk hasil pengujian menggunakan metode sentrifugal adalah sebesar 6,09%, 5,78, dan 5,07. Dari rata-rata tersebut terlihat bahwa hasil pengujian menggunakan metode refluk cenderung mendekati kadar aspal asli. Selain itu dari nilai standar deviasi rata-rata hasil pengujian masing-masing metode memperlihatkan bahwa pengujian menggunakan metode refluk memiliki nilai standar deviasi rata-rata yang lebih kecil dari metode sentrifugal.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Kadar Aspal

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa sebaran data dari hasil pengujian menggunakan metode refluk lebih mendekati kadar aspal asli dibandingkan dengan sebaran data yang dimiliki oleh hasil pengujian menggunakan metode sentrifugal. Grafik diatas juga menunjukkan bahwa korelasi terkuat jika menggunakan metode refluk, hal tersebut dapat dilihat dari kemiringan garis tren data dan nilai  $R^2$  dari metode ini lebih besar dibandingkan dengan metode yang lain yaitu sebesar 0,9964.

### Perbedaan Rata-rata (Anova: 2 Faktor dengan Replikasi)

Dari hasil pengujian hipotesis dengan Uji statistik F (*Anova Two Factor With Replication*), dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa, tidak ada perbedaan secara signifikan dari hasil pengujian ekstraksi dengan metode refluk dan metode sentrifugal. Hasil pengujian dengan *Microsoft Excel* ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Hasil Analisa Uji-F (1)

Ringkasan	6,5			6,0		
	Refluk	Sentrifugal	Total	Refluk	Sentrifugal	Total
Count	4	4	8	4	4	8
Sum	24,58	24,34	48,92	23	23,1	46,1
Rata-rata	6,145	6,085	6,115	5,75	5,775	5,7625
Varian	0,051767	0,0587	0,048371	0,021467	0,016966667	0,01665
Ringkasan	5.5			Total		

	Refluk	Sentrifugal	Total	Refluk	Sentrifugal
Count	4	4	8	12	12
Sum	21,05	20,28	41,33	68,63	67,721
Rata-rata	5,2625	5,07	5,16625	5,719167	5,764333333
Varian	0,036958	0,101266667	0,069827	0,172172	0,245024242

**Table 3** Hasil Analisa Uji-F (2)

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-Value	F-crit
Sample	3,679725	2	1,839863	38,44728	3,18E-07	3,554557
Columns	0,034504	1	0,034504	0,721027	0,406959	4,413873
Interaction	0,048058	2	0,0224029	0,502133	0,613469	3,5545557
Within	0,861375	18	0,047854			
Total	4,623663	23				

Berdasarkan pada output ANOVA untuk sampel (baris) diperoleh nilai F hitung sebesar 38,447 sedangkan F tabel dengan df: (0,05, 2, 18) sebesar 3,555. Karena F hitung (38,447) > F Tabel (3,555) atau p-value (2,420) > alpha (0,05) maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata dari hasil pengujian ekstraksi kedua metode terhadap kadar aspal asli.

Berdasarkan pada output ANOVA untuk masing-masing metode diperoleh nilai F hitung sebesar 0,721. Sedangkan F tabel dengan df: (0,05, 1, 18) sebesar 4,414 dengan p-value sebesar 0,406959. Karena F hitung (0,721) < F tabel (4,414). Maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata hasil pengujian dari masing-masing metode, tetapi tidak signifikan.

Berdasarkan pada output ANOVA untuk interaksi antara metode ekstraksi, dan kadar aspal diperoleh nilai F hitung sebesar 0,502, sedangkan F tabel dengan df: (0,05, 2, 18) sebesar 3,555. Karena F hitung (0,502) < F tabel (3,555) maka dapat disimpulkan tidak terdapat interaksi antar metode pengujian ekstraksi dengan kadar aspal.

### Perbedaan Dua Rata-rata Metode Sentrifugal dan Refluk

Hasil pengujian hipotesis dengan SPSS (*independent sample test*), dari pendekatan statistik menunjukkan bahwa, tidak ada perbedaan secara signifikan dari hasil pengujian ekstraksi dengan metode refluk dan metode sentrifugal. Hasil pengujian dengan SPSS ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata Metode

No	Kadar	Jumlah Benda Uji	Rata-rata		Alfa	Sig	T Hitung	T tabel	Ket
	Aspal		Refluk	Sentrifugal					
1	6,5%	4	6,14	6,08	0,05	0,366	0,977	2,4469	Terima
2	6,0%	4	5,75	5,77	0,05	0,807	-0,0255	2,4469	Terima
3	5,5%	4	5,26	5,07	0,05	0,348	1,036	2,4469	Terima

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa  $T_{hitung} < T_{tabel}$ , sehingga  $H_0$  diterima, artinya hasil pengujian menggunakan metode sentrifugal dan refluk terdapat perbedaan, tetapi tidak signifikan.

### Pendugaan Hasil

Pendugaan hasil dilakukan untuk menentukan nilai interval batas bawah dan batas atas nilai rata-rata sampel yang dapat memuat parameter rata-rata populasi. Dari tabel hasil pendugaan hasil dapat diketahui bahwa nilai standar deviasi rata-rata yang dihasilkan dari metode ekstraksi refluk lebih kecil daripada metode ekstraksi sentrifugal, artinya nilai hasil uji ekstraksi yang dihasilkan dari metode refluk lebih konsisten daripada metode sentrifugal. Hasil pendugaan parameter terhadap nilai hasil pengujian ekstraksi yang diuji menggunakan metode sentrifugal dan refluk ditunjukkan dalam tabel 5.

**Tabel 5** Hasil Pendugaan Parameter Antar Metode Pengujian Ekstraksi

No	Kadar Aspal	Benda Uji $\Sigma$	Rata-rata		SD Rata-rata		Pend. Hasil Pengujian	
			Refluk	Sentrifugal	Refluk	Sentrifugal	Refluk	Sentrifugal
1	6,5%	4	6,14	6,08	0,11	0,12	$\pm 0,28$	$\pm 0,32$
2	6,0%	4	5,75	5,77	0,07	0,05	$\pm 0,18$	$\pm 0,12$
3	5,5%	4	5,26	5,07	0,10	0,16	$\pm 0,24$	$\pm 0,49$

Dari tabel 5 dapat diketahui nilai pendugaan hasil masing-masing metode ekstraksi, yang mana untuk metode refluk memiliki nilai pendugaan hasil untuk kadar aspal 6,5% sebesar  $\pm 0,28\%$ , kadar aspal 6,0% sebesar  $\pm 0,18\%$ , dan kadar aspal 5,5% adalah sebesar  $\pm 0,24\%$ . Untuk metode sentrifugal nilai pendugaan hasil kadar aspal 6,5% adalah sebesar  $\pm 0,32\%$ , kadar aspal 6,0% sebesar  $\pm 0,12\%$ , dan kadar aspal 5,5% sebesar  $\pm 0,49\%$ . Hal tersebut menunjukkan apabila nantinya dilakukan pengujian terhadap kadar aspal 6,5% pada metode refluk maka hasil pengujian yang didapatkan berkisar  $\pm 0,28\%$ , dan untuk metode sentrifugal hasil pengujian yang didapatkan berkisar  $\pm 0,32\%$ . Selain itu dari tabel 5 menunjukkan bahwa nilai pendugaan hasil pada metode refluk lebih kecil dari metode sentrifugal, tetapi nilai hasil pengujian cenderung berdekatan nilai hasil pengujianya.

### PENUTUP

Berdasarkan hasil dari pembahasan pendekatan uji statistik uji T dan uji F, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari kedua metode terhadap kadar aspal rencana. Namun pada perbandingan kedua metode, terdapat perbedaan tetapi tidak signifikan pada hasil pengujian metode sentrifugal dan refluk.

Dari nilai pendugaan hasil masing-masing metode ekstraksi, yang mana menunjukkan bahwa untuk metode refluk memiliki selisih interval yang lebih kecil dari metode sentrifugal.

### DAFTAR RUJUKAN

- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK RSNI M-05-2004 : Cara Uji Ekstraksi Kadar Aspal dari Campuran Beraspal Menggunakan Tabung Reflux Gelas. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK SNI 03-6894-2002 : Metode Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Centrifugal. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Hadijah, Ida. TAPAK. 2011. Evaluasi Variasi Bahan Pelarut Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum. Vol 1, No 1, November 2011. Bandar Lampung: Universitas Muhammadiyah Metro.
- Schultz R. L. 1988. Asphalt Extraction Study. Washington: Washington State Department Of Transportation.
- Supranto. 2009. Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 7. Jakarta: Erlangga.
- Suliyanto. 2012. Analisis Statistik Pendekatan Praktis dengan Microsoft Excel. Yogyakarta: Andi.

## PERBANDINGAN NILAI STABILITAS DAN FLOW CAMPURAN AC-WC PADA PENGUJIAN MARSHALL MENGUNAKAN ALAT UJI DIGITAL DAN ANALOG

### Grandis Zulfikar

Mahasiswa S-1 Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
[grandizulfikar@yahoo.co.id](mailto:grandizulfikar@yahoo.co.id)

### Sonya Sulistyono

Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

### Nunung Nuring Hayati

Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415  
[nunung.nuring@yahoo.co.id](mailto:nunung.nuring@yahoo.co.id)

### Abstract

Test characteristics of Marshall stability and flow generating value. Marshall test can use two types of tools, test equipment digital and analog test equipment. Digital test equipment in use and reading of data using a computer system. While analog test equipment in use and reading of data processing manually. This study used a mixture of AC-WC with optimum bitumen content of 6.5% were obtained from the results of the preliminary test, then made 28 test specimens (2 x 14). Marshall testing were performed using the Marshall test equipment. This study was guided by the Indonesian National Standard (SNI) performance testing materials, mixing aggregate with asphalt, and the Marshall test. Based on the results of volumetric analysis and testing of Marshall characteristic analysis showed an average difference of two of the digital and analog test equipment there is no real difference. The average value of the results of the analysis and testing of the Marshall characteristics using a digital test equipment was obtained: density ( $\text{kg} / \text{m}^3 = 23,6$ ; VMA (%) = 18,69; VIM (%) = 4,80; VFA (%) = 74,37; stability (kg) = 2165,00; flow (mm) = 4,11; MQ (kg / mm) = 574,48. Analog test equipment is obtained: density ( $\text{kg} / \text{m}^3 = 23,6$ ; VMA (%) = 18,76; VIM (%) = 4,88; VFA (%) = 74,01; stability (kg) = 2000,67; flow (mm) = 3,60; MQ (kg / mm) = 585,73.

**Keywords:** Characteristics Marshall, Mixed AC-WC, Marshall test equipment digital and analog.

### Abstrak

Uji karakteristik Marshall menghasilkan nilai stabilitas dan *flow*. Uji Marshall dapat menggunakan dua jenis alat, alat uji digital dan alat uji analog. Alat uji digital dalam pengoprasian dan pembacaan data menggunakan sistem komputer. Sedangkan alat uji analog dalam pengoprasian serta pembacaan data dilakukan secara manual. Penelitian ini menggunakan campuran AC-WC dengan kadar aspal optimum 6,5% yang didapatkan dari hasil uji pendahuluan, selanjutnya dibuat 28 benda uji (2 x 14). Pengujian Marshall yang dilakukan menggunakan alat uji Marshall. Penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam pengujian material, pencampuran agregat dengan aspal, dan pengujian Marshall. Berdasar dari hasil analisa volumetrik dan pengujian karakteristik Marshall didapatkan hasil analisa perbedaan dua rata-rata dari alat uji digital dan analog tidak terdapat perbedaan secara nyata. Nilai rata-rata hasil analisa dan pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji digital diperoleh: *density* ( $\text{kg}/\text{m}^3 = 23,6$ ; VMA (%) = 18,69; VIM (%) = 4,80; VFA (%) = 74,37; stabilitas (kg) = 2165,00; *flow* (mm) = 4,11; MQ (kg/mm) = 574,48. Alat uji analog diperoleh: *density* ( $\text{kg}/\text{m}^3 = 23,6$ ; VMA (%) = 18,76; VIM (%) = 4,88; VFA (%) = 74,01; stabilitas (kg) = 2000,67; *flow* (mm) = 3,60; MQ (kg/mm) = 585,73.

**Kata Kunci:** Karakteristik Marshall, Campuran AC-WC, alat uji Marshall digital dan analog.

## PENDAHULUAN

Pada pengujian Marshall akan didapatkan data-data karakteristik Marshall yaitu stabilitas, *flow*, dan MQ. Sebelum pengujian Marshall dilakukan analisa volumetrik benda uji seperti *density*, VMA, VIM, dan VFA. Analisa volumetrik benda uji bertujuan untuk membandingkan hasil pengujian Marshall pada alat uji digital dan analog dengan benda uji yang mempunyai volumetrik hampir sama. Pada pengujian Marshall Alat uji Marshall analog banyak digunakan di laboratorium-laboratorium di Indonesia. Alat uji analog dalam

pengoprasian dan pembacaan dial nilai stabilitas dan *flow* hasil pengujian, masih menggunakan cara manual dari penglihatan manusia dan dibantu dengan alat perekam video. Kekurangan dari alat uji analog ini yaitu kemungkinan terjadi adanya kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia seperti kondisi psikologis, kelelahan, dan kelalaian dari operator, yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi data yang dihasilkan.

Alat uji Marshall kini sudah berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Salah satunya alat uji Marshall digital yang pengoprasian serta pembacaan datanya menggunakan perangkat lunak pada sistem komputer. Perangkat lunak pada sistem komputer tersebut digunakan untuk menginput, mengontrol, melaksanakan dan mengolah data hasil pengujian Marshall secara digital. maka keuntungan dari alat uji alaog ini adalah efisiensi waktu dan tenaga operator sehingga dapat mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh faktor manusia.

Penggunaan alat uji Marshall digital dan analog akan memberikan kecepatan dan akurasi data sesuai dengan kemampuan alat-alat tersebut. Untuk itu perlu dilakukan komparasi hasil pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji Marshall digital dan analog. Sebelum melakukan pengujian Marshall menggunakan alat uji digital dan analog, perlu dilakukan analisa volumetrik beton aspal yang bertujuan untuk memastikan nilai beton aspal yang akan di uji menggunakan alat uji Marshall digital dan analog memiliki nilai yang hampir sama. Selanjutnya jika nilai volumetrik beton aspal tidak memiliki perbedaan yang signifikan dapat dilanjutkan dengan pengujian karateristik Marshall. Pengujian karakteristik Marshall yang dilakukan adalah membandingkan hasil pengujian alat uji digital dan analog, apakah ada perbedaan secara signifikan atau tidak. Penelitian dilakukan dengan melaksanakan pengujian Marshall pada campuran aspal panas *Asphalt Concrete - Wear Course (AC-WC)*.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lapisan *Asphalt concrete-Wear Course (AC-WC)***

Lapisan AC-WC atau lapis aus adalah lapis perkerasan yang berhubungan dengan langsung dengan roda kendaraan lapisan ini juga kedap terhadap air meski berhubungan langsung dengan cuaca lapisan ini tahan terhadap cuaca. Secara umum lapisan AC-WC tersusun dari agregat kasar, agregat halus dan filler.

Perencanaan campuran aspal perlu dilakukan untuk mendapatkan komposisi campuran yang sesuai serta dapat memenuhi sifat karateristik Marshall. Ada tujuh Karakteristik Marshall yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu stabilitas, keawetan, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan, ketahan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan. (Sukirman, 2003). Persyaratan campuran AC-WC ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Persyaratan Gradasi AC-WC

No	Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos
	ASTM	(mm)	AC - WC
1	1 1/2"	37,5	100
2	1"	25	100
3	3/4"	19	100
4	1/2"	12,5	90 - 100
5	3/8"	9,5	Maks. 90
6	No. 8	1,36	28 - 58
7	No. 200	0,075	4 - 10
8	Daerah Larangan		
9	No. 8	1,36	39,1
10	No. 16	1,18	25,6 - 31,6
11	No. 30	0,6	19,1 - 23,1
12	No. 50	0,3	15,5

\*

Tabel 2. Persyaratan Sifat AC-WC

No	Sifat-sifat Campuran	Laston	
		min	max
1	Jumlah tumbukan per bidang		75
2	Rongga dalam campuran (%)	min	3,5
3		max	5,5
4	Rongga dalam agregat (VMA) (%)	min	15
5	Rongga terisi aspal (%)	min	65
6	Stabilitas Marshall (kg)	min	800
7		max	-
8	Pelelehan (mm)	min	3
9	Marshall Quotient (kg/mm)		250
10	Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman	min	80
11	selama 24 jam, 60°C pada VIM + 7 %		
12	Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan	min	2,5
13	Membal (refusal)		

\*\*

\*sumber : pedoman teknik Bina Marga 1999

\*\*sumber : rancangan spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan, divisi VI perkerasan beraspal Dep. PU 2007

### Penentuan Jumlah Sample

Berdasarkan pernyataan (Roscoe 1975) untuk penelitian eksperimental sederhana dengan kontrol eksperimen yang ketat, penelitian yang sukses adalah mungkin dengan ukuran sampel kecil antara 10 sampai dengan 20. Dengan menggunakan tingkat kesalahan sebesar 5% maka ditetapkan populasi sebanyak 14 buah. Untuk perhitungannya ditunjukkan dalam rumus Slovin (dalam Riduwan, 2005 :65) sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{(1+Ne^2)} = \frac{14}{(1+0.05^2)} = 13,99 \text{ buah} \approx 14 \text{ buah}$$

### Pengujian Marshall

#### a. Analisa Volumetrik

Analisa volumetrik benda uji dilakukan untuk membandingkan volumetrik benda uji yang akan digunakan pada pengujian Marshall yaitu berupa stabilitas dan *flow*. Analisa volumetrik yaitu membandingkan nilai *density*, VMA, VIM, dan VFA pada benda uji untuk masing-masing alat uji digital dan analog. Pengujian Marshall.

#### b. Pengujian stabilitas dan *flow* menggunakan alat uji

Alat uji Marshall adalah alat pengujian campuran aspal yang sudah dipadatkan (benda uji) untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow*. Alat uji Marshall ini dilengkapi dengan *proving ring* (cincin pengujian) berkapasitas 22,2 KN atau setara 5000lbf yang berfungsi untuk menguji stabilitas dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci atau setara 10,2 cm dan tinggi 2,5 inci atau setara 6,35 cm. (Silvia Sukirman, 2003).



Gambar 1. Alat Uji Digital



Gambar 2. Alat Uji Analog

Untuk mengolah dan menganalisis data hasil pengujian stabilitas dan *flow* digunakan distribusi t. Fungsi dari distribusi t adalah untuk menguji hipotesis dan membandingkan perbedaan dari dua populasi. Untuk pengujian uji T ditunjukkan sebagai berikut:

**Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata**

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis nol sehingga diketahui apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak. Pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan langkah (Supranto, 2009) berikut:

1. Mencari nilai rata-rata sampel yang diteliti

$$X = \frac{1}{n} \sum Xi = \frac{1}{n} (X1 + X2 + \dots Xn) \dots\dots\dots (1,1)$$

2. Menghitung nilai standart deviasi

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum(Xi - X)^2)} \dots\dots\dots (1,2)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{s}{\sqrt{n}}} \dots\dots\dots (1,3)$$

3. Merumuskan hipotesis

H0 :  $\mu1 - \mu2 = 0$  ( $\mu1 = \mu2$ ), maka hipotesis H0 diterima

H1 :  $\mu1 - \mu2 \neq 0$  ( $\mu1 \neq \mu2$ ), maka hipotesis H1 diterima

4. Pengujian hipotesis dengan Perbedaan Dua Rata-rara ( $n \leq 30$ )

$$t_{\alpha/2} = \frac{X - \mu0}{s/\sqrt{n}} \dots\dots\dots (1,4)$$

5. Jika nilai  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka H0 ditolak, artinya ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian menggunakan alat uji digital dan alat uji analog. Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka H0 diterima, artinya tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian menggunakan alat uji digital dengan alat uji analog.

**Hipotesa**

Tidak ada perbedaan secara signifikan pada analisa volumetrik benda uji dan hasil pengujian stabilitas dan *flow* menggunakan alat uji digital dan analog ( $\mu1 = \mu2$ ) pada campuran *Asphalt Concrete - Wear Course* (AC-WC).

Keterangan :

$\mu1$  : Rata-rata hasil pengujian menggunakan alat uji digital

$\mu2$  : Rata-rata hasil pengujian menggunakan alat uji analog

**Tahapan Pelaksanaan penelitian**

1. Uji pendahuluan: pengujian bahan (agregat halus, kasar, *filler* dan aspal pen 60/70), perencanaan komposisi campuran, pembuatan benda uji, pengujian Marshall, penentuan KAO sesuai SNI.
2. Penentuan jumlah kebutuhan sampel untuk alat uji digital dan analog.
3. Pembuatan benda uji sesuai KAO dan kebutuhan sampel.
4. Analisa volumetrik benda uji.
5. Pengujian stabilitas dan *flow* menggunakan alat uji.
6. Analisa Perbedaan Dua Rata-rata (*independent sample test*).
7. Kesimpulan dan saran.

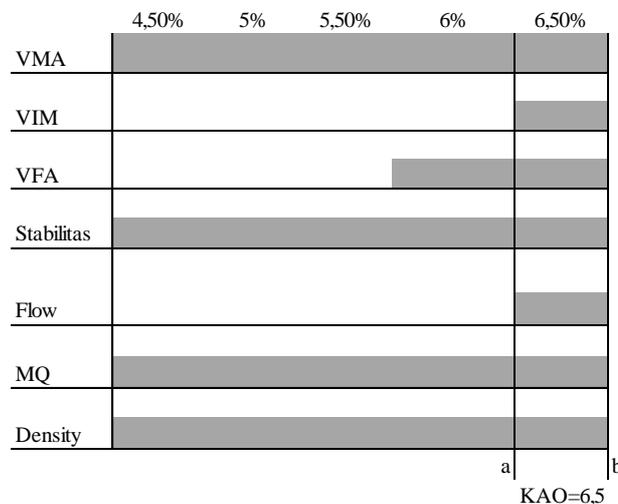
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Pendahuluan**

Uji pendahuluan dilakukan guna mengetahui kelayakan agregat dan nilai kadar aspal optimum (KAO). Langkah pertama yang harus dilakukan untuk mendapatkan KAO adalah dengan menguji kelayakan bahan campuran beton aspal yaitu agregat halus, agregat kasar, *filler* dan aspal pen 60/70. Kemudian merencanakan proporsi agregat campuran dan kadar aspal ideal sesuai campuran AC-WC sebanyak 15 benda uji dengan 5 kadar aspal yaitu 4,5 %; 5 %; 5,5 %; 6 %; 6,5 %. Setelah dilakukan pengujian Marshall didapatkan nilai kadar aspal optimum 6,5%. Perhitungan KAO dapat dilihat pada tabel dan gambar seperti berikut.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Marshall Pada Uji Pendahuluan

% aspal	Density	VMA	VIM	VFA	Stabilitas	Flow	MQ
4,5	2,28	19,92	10,69	46,65	1950,90	2,30	849,45
5	2,26	20,57	10,83	47,44	1282,02	2,46	520,44
5,5	2,32	18,64	8,07	57,79	1086,93	2,65	410,16
6	2,34	18,99	6,55	65,80	1560,72	2,89	540,04
6,5	2,37	18,52	4,96	73,55	1588,59	3,02	525,44
Spesifikasi	-	min 15	3.5 - 5.5	min 65	min 800	min 3	min 250



**Gambar 3.** Kadar Aspal Optimum Campuran AC-WC

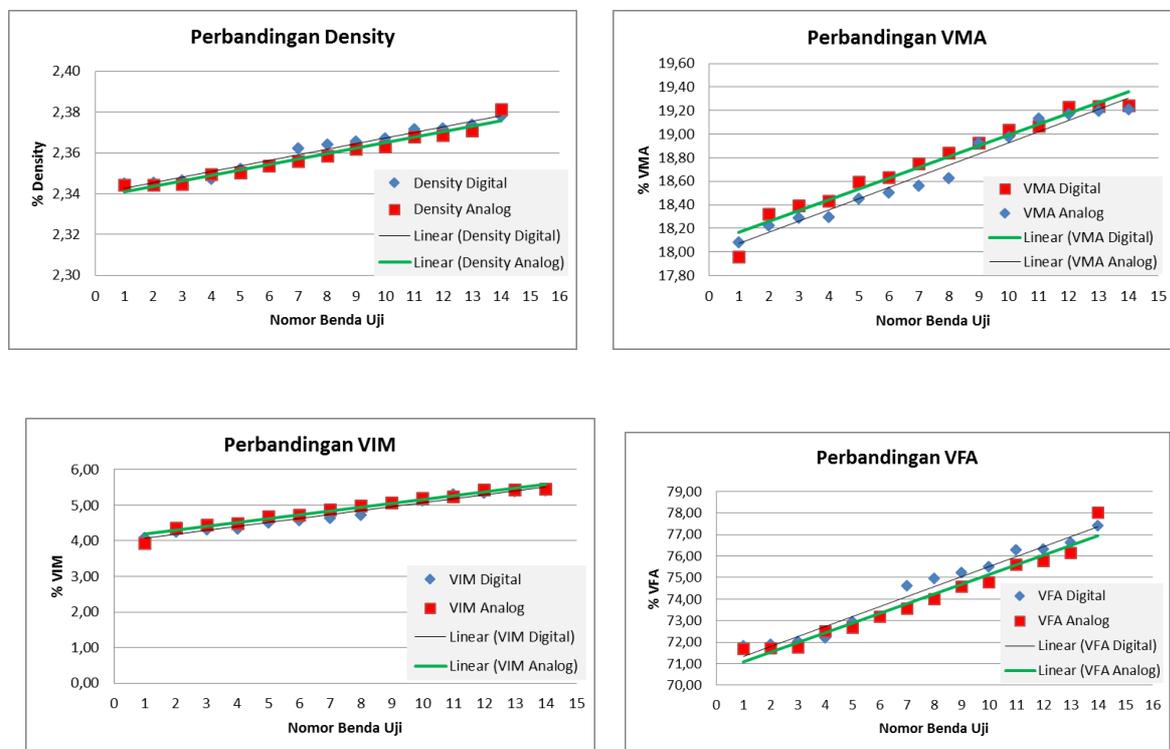
### Jumlah Sampel

Selama pengujian, penentuan jumlah sampel benda uji yang di butuhkan adalah 28 buah. Berdasarkan biaya, waktu dan tenaga yang tersedia (Singarimbun dan effendy, 1989) dan dari perhitungan penentuan jumlah sampel menggunakan tingkat kesalahan sebesar 5%. Maka rincian jumlah sampel benda uji sebagai berikut:

8. Pengujian Marshall dengan alat uji digital (VJT cs-MARS) = 14 buah.
9. Pengujian Marshall dengan alat uji analog (DBA BTE-500) = 14 buah.

### Hasil Pengujian Volumetrik Beton Aspal Campuran AC-WC

Volumetrik merupakan sifat-sifat campuran di dalam beton aspal padat, yaitu *Density*, VMA, VIM, dan VFA. Pengujian volumetrik bertujuan untuk memastikan nilai beton aspal yang akan di uji menggunakan alat uji Marshall digital dan analog memiliki nilai yang sama. Dari hasil pengujian sebanyak empat belas benda uji untuk setiap alat uji Marshall digital dan analog didapatkan nilai perbandingan volumetrik seperti pada gambar 4 di bawah ini.



**Gambar 4.** Perbandingan *Density*, VMA, VIM dan VFA

Dari gambar diatas rata-rata nilai *density* pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital yaitu sebesar  $2,36 \text{ kg/m}^3$ , sama dengan rata-rata nilai *density* pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji analog yaitu sebesar  $2.36 \text{ kg/m}^3$ . Maka tidak ada selisih dari rata-rata nilai *density* pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital dan analog. Jadi kerapatan pada campuran beton aspal padat sama baiknya pada kedua alat sehingga dapat memberikan gaya gesek pada roda kendaraan agar tidak tergelincir.

Rata-rata nilai VMA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital yaitu sebesar 18,69 %, rata-rata pada alat uji analog lebih tinggi yaitu 18,76 %. Selisih rata-rata nilai VMA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih rendah 0,37 % dari alat uji analog. Jadi rongga pori diantara butir agregat didalam beton aspal padat yang akan di uji menggunakan alat uji analog lebih banyak dari pada alat uji digital.

Rata-rata nilai VIM pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital yaitu sebesar 4,80 %, rata-rata pada alat uji analog lebih tinggi yaitu 4,88 %. Selisih rata-rata nilai VIM pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih rendah 1,67 % dari alat uji analog. Jadi benda uji yang akan diuji menggunakan alat uji analog akan mengalami proses oksidasi dan penuaan aspal yang lebih cepat serta penurunan durabilitas beton aspal lebih besar dari pada beton aspal yang akan diuji dengan alat uji digital.

Rata-rata nilai VFA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital yaitu sebesar 74,37 % rata-rata pada alat uji analog lebih rendah yaitu 74,01 %. Selisih rata-rata nilai VFA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih tinggi 0,48 % dari alat uji analog. Sehingga aspal yang menyelimuti butir agregat didalam beton aspal padat yang akan diuji menggunakan alat uji analog lebih rendah. Maka kemampuan menahan keausan dari pengaruh cuaca dan iklim pada beton aspal yang akan diuji menggunakan alat digital lebih baik.

### Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Volumetrik Beton Aspal Campuran AC-WC

Pengujian perbedaan dua rata-rata dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan atau tidak dari hasil pengujian volumetrik benda uji pada alat uji digital dan analog. Hasil pengujian hipotesis menggunakan *SPSS (independent sample test)* ditunjukkan dalam tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata Volumetrik

No	Karakteristik Marshall	Jumlah Benda Uji	Rata-rata		Alfa	Sig	T hitung	T tabel	Ket
			Alat Uji Analog	Alat Uji Digital					
1	Density	14	2,36	2,36	0,05	0,636	0,805	2,0555	terima
2	VMA	14	18,76	18,69	0,05	0,640	0,480	2,0555	terima
3	VIM	14	4,88	4,80	0,05	0,634	0,483	2,0555	terima
4	VFA	14	74,01	74,37	0,05	0,648	0,481	2,0555	terima

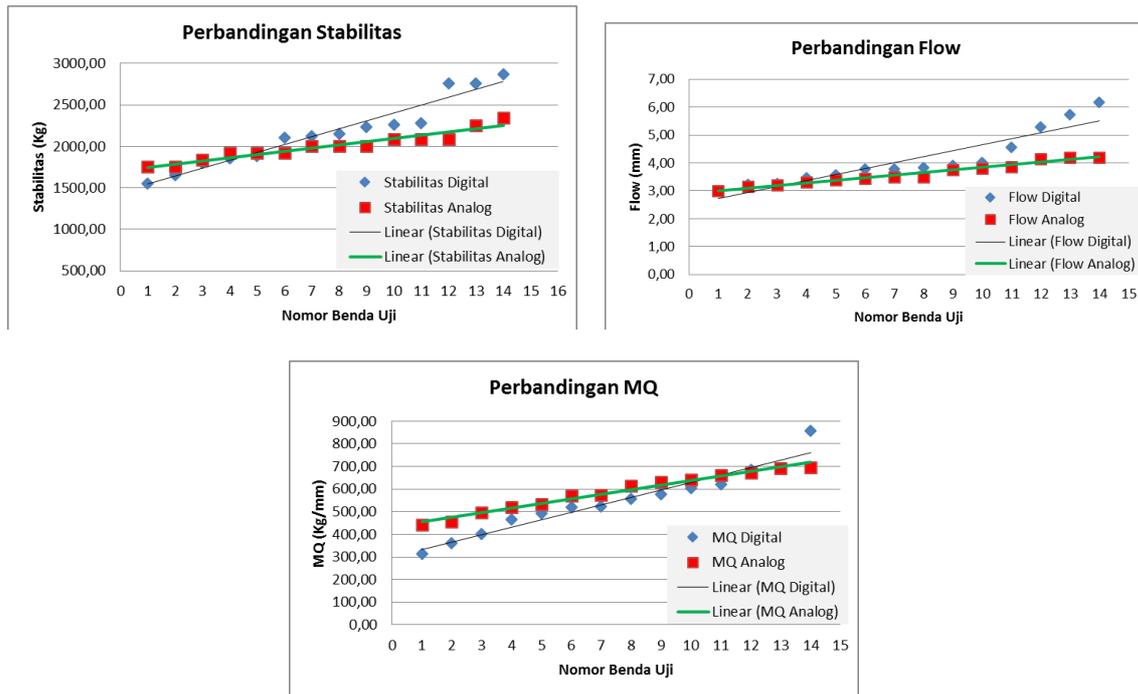
Dari hasil analisa 14 pengujian dengan taraf kesalahan 5 % menunjukkan nilai  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$  (2,0555) pada setiap hasil pengujian.

Untuk kaidah keputusannya adalah :

Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka tidak ada perbedaan secara signifikan, jika  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka ada perbedaan secara signifikan. Dari hasil perhitungan diperoleh data  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ . Jadi tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai hasil pengujian secara signifikan pada hasil pengujian volumetrik benda uji pada alat uji digital dan analog. Sehingga dapat dilanjutkan dengan analisa pengujian karakteristik Marshall untuk mengetahui perbandingan rata-rata nilai Stabilitas, Flow, dan MQ.

### Perbandingan Nilai Stabilitas, Flow, dan MQ Menggunakan Alat Uji Analog dan Digital

Sifat campuran yang harus di miliki dalam beton aspal pada karakteristik Marshall, yaitu stabilitas, flow, dan MQ. Dari hasil pengujian sebanyak empat belas benda uji menggunakan alat uji digital dan analog didapatkan nilai perbandingan nilai stabilitas, flow, dan MQ seperti pada gambar di bawah ini, pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan Stabilitas, Flow, MQ dan Density Alat Uji Digital dan Analog

Rata-rata nilai stabilitas menggunakan alat uji digital sebesar 2165,00 kg, Sedangkan rata-rata nilai stabilitas menggunakan alat uji analog lebih rendah yaitu 2000,67 kg. Selisih rata-rata nilai stabilitas pada alat uji digital lebih tinggi 7,59 % dari alat uji analog. Rata-rata nilai *flow* menggunakan alat uji digital sebesar 4,11 mm, lebih tinggi dibandingkan menggunakan alat uji analog yaitu 3,60 mm. Selisih rata-rata nilai *flow* pada alat uji digital lebih tinggi 12,41 % dari alat uji analog. Sehingga kelelahan plastis akibat deformasi dalam beton aspal padat dan kemampuan beton aspal untuk menerima repetisi beban tanpa terjadinya retak pada alat uji analog lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan alat uji digital. Rata-rata nilai MQ menggunakan alat uji digital diperoleh sebesar 547,48 kg/mm. Menggunakan alat uji analog rata-rata nilai MQ lebih besar yaitu 585,73 kg/mm. Selisih rata-rata nilai MQ pada alat uji digital lebih rendah 6,99 % dari alat uji analog. Jadi kekakuan dalam beton aspal padat yang telah di uji menggunakan alat uji analog lebih tinggi dibandingkan menggunakan alat uji digital.

### Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Nilai Karakteristik Marshall Pada Alat Uji Digital dan Analog

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan secara signifikan atau tidak pada hasil pengujian karakteristik Marshall menggunakan alat uji digital dan analog. Hasil pengujian hipotesis menggunakan SPSS (*independent sample test*) ditunjukkan dalam tabel 7.

Tabel 7. Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Nilai Karakteristik Marshall

No	Karakteristik Marshall	Jumlah Benda Uji	Rata-rata		Alfa	Sig	T hitung	T tabel	Ket
			Alat Uji Analog	Alat Uji Digital					
1	Stabilitas	14	2000,67	2165,00	0,05	0,434	1,389	2,0555	terima
2	Flow	14	3,60	4,11	0,05	0,004	1,820	2,0555	terima
3	MQ	14	585,73	547,48	0,05	0,409	0,861	2,0555	terima

Dari hasil analisa 14 pengujian dengan taraf kesalahan 5 % menunjukkan nilai  $t_{hitung}$  lebih kecil dari  $t_{tabel}$  (2,0555) pada setiap hasil pengujian.

Untuk kaidah keputusannya adalah :

Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka tidak ada perbedaan secara signifikan, jika  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka ada perbedaan secara signifikan. Dari hasil perhitungan diperoleh data  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ . Jadi tidak terdapat perbedaan secara signifikan dari rata-rata hasil pengujian pada hasil pengujian menggunakan alat uji digital dan analog.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan analisa menunjukkan bahwa, tidak terdapat perbedaan secara signifikan pada hasil pengujian volumetrik benda uji dan karakteristik Marshall yang di uji dengan alat uji analog dan digital. Karena dari hasil perhitungan uji perbedaan dua rata-rata diperoleh data  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  pada pengujian volumetrik dan karakteristik Marshall.

Dari analisa volumetrik tidak ada selisih dari rata-rata nilai *density* pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital dan analog. Selisih rata-rata nilai VMA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih rendah 0,37 % dari alat uji analog. Selisih rata-rata nilai VIM pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih rendah 1,67 % dari alat uji analog. Selisih rata-rata nilai VFA pada benda uji yang akan diuji dengan alat uji digital lebih tinggi 0,48 % dari alat uji analog.

Dari pengujian karakteristik marshall Selisih rata-rata nilai stabilitas pada alat uji digital lebih tinggi 7,59 % dari alat uji analog. Selisih rata-rata nilai *flow* pada alat uji digital lebih tinggi 12,41 % dari alat uji analog. Selisih rata-rata nilai MQ pada alat uji digital lebih rendah 6,99 % dari alat uji analog.

Namun demikian perbedaan atau selisih dari nilai rata-rata analisa volumetrik benda uji dan pengujian Marshall menggunakan alat uji digital dan analog, tidak berbede signifikan. Ditinjau dari hasil perhitungan uji perbedaan dua rata-rata diperoleh data  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  dari rata-rata nilai *density*, VMA, VIM, VFA, stabilitas, *flow*, dan MQ. Jadi untuk hasil analisa volumetrik dan pengujian karakteristik Marshall didapatkan nilai rata-rata sebagai berikut:

Alat uji digital diperoleh: *density* ( $\text{kg/m}^3$ ) = 23,6; VMA (%) = 18,69; VIM (%) = 4,80; VFA (%) = 74,37; stabilitas (kg) = 2165,00; *flow* (mm) = 4,11; MQ (kg/mm) = 574,48.

Alat uji analog diperoleh: *density* ( $\text{kg/m}^3$ ) = 23,6; VMA (%) = 18,76; VIM (%) = 4,88; VFA (%) = 74,01; stabilitas (kg) = 2000,67; *flow* (mm) = 3,60; MQ (kg/mm) = 585,73.

### Saran

Pada penelitian ini mengevaluasi hasil volumetrik beton aspal apakah memiliki nilai yang hampir sama antara beton aspal yang akan di uji menggunakan alat uji Marshall digital dan analog, sebelum dilakukan pengujian karakteristik Marshall. Pengujian karakteristik Marshall yang dilakukan adalah pembacaan dial stabilitas dan *flow* dengan menggunakan alat uji digital dan alat uji analog. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan metode yang sama, tetapi lama proses penekanan dan kecepatan penekanan benda uji harus diperhatikan serta diatur sama antara alat uji digital dengan alat uji analog.

Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dalam evaluasi pembacaan dial stabilitas dan *flow* dengan alat uji digital (komputer), alat uji analog dengan penglihatan langsung dan

dengan bantuan alat perekam video serta waktu yang dibutuhkan untuk sekali pengujian untuk kedua alat uji tersebut.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan Jembatan*. Divisi VI Perkerasan Beraspal. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1991. *Tata Cara Survei Kondisi Jalan Kota*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Jalan Kota.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesian (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1990. *Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan kota*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Jalan Kota.
- DPU Bina Marga. 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Penerbit: PT. Mediatama Saptakarya.
- Pangihutan, H. 2008. *Pemodelan Hubungan Investasi Prasarana Jalan Dengan Pertumbuhan Ekonomi Nasional Dan Regional*. Jakarta: Kolokium Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Riduwan dan Sunarto. 2013. *Pengantar Statistika Untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Roscoe di kutip dari Uma Sekaran. 2006. *Metode Penelitian Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Sukirman, S. 1999. *Dasar-dasar perencanaan geometrik jalan*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Supranto, J. 2009. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 7*. Jakarta: Erlangga.

## PERBANDINGAN HASIL UJI EKSTRAKSI CAMPURAN AC-BC MENGGUNAKAN METODE REFLUKS DAN METODE SENTRIFUS

**Rahmawan Budi Satryo**  
Mahasiswa S-1 Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
r4hmaw4nz@yahoo.com

**Sonya Sulistyono**  
Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415  
sonya.sulistyono@yahoo.co.id

**Nunung Nuring Hayati**  
Jurusan Teknik Sipil  
Fak. Teknik Universitas Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp./Fax. +62 331 322415  
nunung.nuring@yahoo.co.id

### Abstract

Bitumen extraction tests aim to separate a mixture of asphalt paving mixtures and to determine which are made in accordance with the mix plan. In general, using a reflux and centrifuge method. At reflux method, bitumen separation process using the evaporation method, whereas the centrifuge method, the separation processes using a rotation method of extraction tools. The purpose of this study to determine whether the extraction of the AC-BC mixture using two methods above have significant differences using a statistical test. Based on the results of the testing that has been done, the result are different, but not significant in statistical test t-test. From the results of hypothesis testing the value obtained  $t_{count} (2.197) \leq t_{table} (2.4469)$  on 5.5% asphalt content, value of  $t_{count} (1.767) \leq t_{table} (2.4469)$  on 6% asphalt content, and  $t_{count} (0.201) \leq t_{table} (2.4469)$  on 6.5% asphalt content. While on F-test obtained different results, for sample testing with value of  $F_{count} (520.1312) > F_{table} (3.284)$ , and there are significant differences between the methods of extraction with value of  $F_{count} (97.779) > F_{table} (5.980)$ , and there is no interaction between testing methods with bitumen content with value of  $F_{count} (0.3061) < F_{table} (4.560)$

**Keywords:** Extraction of bitumen, AC-BC mixture, reflux method, centrifuge method

### Abstrak

Pengujian ekstraksi aspal bertujuan untuk memisahkan campuran aspal dan untuk mengetahui campuran perkerasan yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Secara umum metode yang digunakan adalah metode refluks dan sentrifus. Pada metode refluks, proses pemisahan aspal menggunakan metode penguapan, sedangkan pada metode sentrifus, proses pemisahan menggunakan metode putaran pada alat ekstraksi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah hasil ekstraksi pada campuran AC-BC dengan kedua metode di atas memiliki perbedaan yang signifikan dengan menggunakan uji statistik. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang berbeda, tetapi tidak signifikan pada uji statistik uji-t. Dari hasil pengujian hipotesis didapatkan nilai  $t_{hitung} (2,197) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 5,5%, nilai  $t_{hitung} (1,767) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 6%, dan  $t_{hitung} (0,201) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 6,5%. Sedangkan pada uji-f didapatkan hasil yang berbeda untuk sampel pengujian dengan nilai  $F_{hitung} (520,1312) > F_{tabel} (3,284)$ , dan terdapat perbedaan yang signifikan antar metode ekstraksi dengan nilai  $F_{hitung} (97,779) > F_{tabel} (5,980)$ , serta tidak terdapat interaksi antar metode pengujian dengan kadar aspal dengan nilai  $F_{hitung} (0.3061) < F_{tabel} (4,560)$

**Kata Kunci:** Ekstraksi aspal, campuran AC-BC, metode refluks, metode sentrifus

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan suatu prasarana transportasi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pokok dalam kehidupan masyarakat. Seiring dengan peningkatan mobilitas masyarakat yang sangat tinggi di jalan, maka diperlukan peningkatan kuantitas maupun secara kualitas konstruksi jalan agar dapat menahan beban maksimum lalu lintas yang melalui permukaan jalan.

Dalam suatu perkerasan jalan, untuk mengetahui kualitas jalan yang dihasilkan diperlukan suatu pengendalian mutu. Pengendalian mutu dalam perkerasan jalan, diantaranya pengujian permukaan perkerasan, ketentuan kepadatan, dan pengujian pengendalian mutu campuran beraspal. Salah satu pengujian pengendalian mutu campuran beraspal adalah pengujian ekstraksi.

Pengujian Ekstraksi aspal menunjukkan bahwa gradasi agregat berubah menjadi lebih halus dari gradasi semula. Perubahan gradasi agregat diakibatkan oleh kehancuran, beberapa partikel agregat ini menaikan volume rongga udara dalam campuran. Tujuan utama dari pengujian ekstraksi ini adalah untuk mendapatkan kadar aspal dari suatu campuran yang mengandung aspal.

Ada berbagai macam metode yang bisa digunakan untuk melakukan pengujian ekstraksi aspal. Diantaranya Metode Sentrifus, Metode Quick, Metode Vacum, dan Metode Refluks. Namun dalam pengujian ekstraksi ini hanya akan menggunakan dua metode, yaitu Metode Sentrifus dan Metode Refluks dengan menggunakan satu buah campuran perkerasan.

Metode Sentrifus merupakan metode yang paling umum digunakan. Hal ini dikarenakan kemudahannya dalam cara penggunaannya serta waktu yang dibutuhkan juga tergolong singkat. Namun ada sedikit kekurangan pada tingkat ketelitian hasil ekstraksi, dimana rata-rata nilai kadar aspal hasil ekstraksi lebih jauh daripada kadar aspal asli (SNI 03-6894-2002). Sedangkan pada Metode Refluks, cara penggunaan sedikit rumit dan membutuhkan waktu ekstraksi yang tergolong lama, tetapi hasil ekstraksinya lebih mendekati kadar aspal sesungguhnya (RSNI 03-1737-1989).

Berdasarkan pertimbangan di atas, untuk mendapatkan ketepatan data maka perlu dilaksanakan penelitian tentang evaluasi hasil pengujian ekstraksi aspal dengan menggunakan Metode Sentrifus dan Metode Refluks. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aspal campuran *Asphalt Concrete - Binder Course* (AC-BC) dengan menggunakan Metode Sentrifus dan Metode Refluks

Hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya menampilkan nilai kadar aspal dari masing-masing metode pengujian ekstraksi, tetapi juga dapat memberikan nilai pendugaan parameter hasil pengujian dan perbandingan signifikansi pengujian nilai kadar aspal dari kedua metode tersebut.

## **METODE PENELITIAN**

### **Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)**

Campuran *Asphalt Concrete - Binder Course* (AC-BC) merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan aus (*wearing course*) dan lapisan pondasi (*base course*). Lapisan perkerasan ini memang tidak berhubungan/bersinggungan langsung dengan cuaca dan roda kendaraan di atasnya, tetapi lapisan ini harus memiliki ketebalan dan kekauan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang berasal dari lapisan aus yang kemudian diteruskan ke lapisan di bawahnya.

### Jumlah Sampel

Dalam suatu pengujian untuk mendapatkan ketelitian nilai kadar aspal dari pengujian ekstraksi harus menggunakan lebih dari 1 (minimal 3) sampel pengujian (Hadijah, 2011). Dalam pengujian ini digunakan campuran *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)* dengan menggunakan variasi kadar aspal sebesar 5,5%, 6%, 6,5% (masing-masing kadar aspal memiliki 4 sampel) pada masing-masing metode.

### Metode Pengujian Ekstraksi

#### Aspal

Pengujian ekstraksi merupakan proses pemisahan dua atau lebih bahan pada suatu campuran dengan cara menggunakan pelarut yang dapat melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut. Pengujian ekstraksi metode refluks merupakan metode ekstraksi menggunakan pendingin yang akan mengubah uap pelarut menjadi cairan dan akan melarutkan aspal pada benda uji dan waktu yang dibutuhkan cukup lama (Schultz, 1988). Sedangkan pengujian ekstraksi metode sentrifus merupakan metode ekstraksi menggunakan mekanisme putaran yang akan melarutkan aspal pada benda uji.



Gambar 1. Alat Uji Refluks



Gambar 2. Alat Uji Sentrifus

Berdasarkan SNI 03-6894-2002 dan RSNI M-05-2004, kedua metode ekstraksi menggunakan persamaan yang sama dalam menentukan kadar aspal. Berikut adalah persamaan untuk mencari kadar aspal:

$$B = \frac{(W1 - W2) - (W3 + W4)}{W1 - W2} \times 100 \%$$

dimana:

- B : Kadar aspal yang dicari, dinyatakan dalam persen (%).
- W 1 : Berat benda uji, dinyatakan dalam gram (gr).
- W 2 : Berat air dalam benda uji, dinyatakan dalam gram (gr).
- W 3 : Berat mineral agregat hasil ekstraksi, dinyatakan dalam gram (gr).
- W 4 : Berat mineral halus yang tertinggal di dalam filtrat, dinyatakan dalam gram (gr).

### Analisa Data

#### Analisa Statistik Uji-T

Uji statistik-t digunakan untuk menganalisis dan mengolah data hasil pengujian untuk menentukan dan menguji hipotesis serta membuat pendugaan parameter. Untuk pengujian hipotesis digunakan analisis signifikansi dengan menggunakan bantuan *software* uji statistik.

#### Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata

Pengujian perbedaan dua rata-rata dilakukan untuk menguji kebenaran atau kepaluan dari hipotesis nol, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak (Supranto, 2009).

1. Menghitung nilai rata-rata sampel

$$X = \frac{1}{n} \sum Xi = \frac{1}{n} (X1 + X2 + \dots X3) \dots\dots\dots (1)$$

2. Menghitung nilai standart deviasi

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (Xi - X)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{s}{\sqrt{n}}} \dots\dots\dots (3)$$

3. Rumusan hipotesis

H0 :  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  ( $\mu_1 = \mu_2$ ), maka hipotesis H0 diterima

H1 :  $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$  ( $\mu_1 \neq \mu_2$ ), maka hipotesis H1 diterima

4. Pengujian hipotesis dengan Perbedaan Dua Rata-rara ( $n \leq 30$ )

$$t_{\alpha/2} = \frac{x - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \dots\dots\dots (4)$$

5. Jika nilai  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka H0 ditolak, yang artinya terdapat perbedaan hasil yang signifikan dari pengujian ekstraksi antar metode  
 Jika nilai  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka H0 diterima, yang berarti tidak ada perbedaan hasil yang signifikan dari pengujian ekstraksi antar metode

#### Analisa Statistik Uji-F

Analisis statistik uji-F atau uji Anova merupakan metode uji serentak yang digunakan untuk melihat pengaruh seluruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Uji F dilakukan dengan cara membandingkan  $F_{hitung}$  dengan  $F_{tabel}$ . Metode yang digunakan untuk mengolah data hasil pengujian adalah Fungsi Anova Two Factor with Replication, fungsi ini digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata baik berdasarkan baris maupun kolom serta menguji interaksi antar faktor. Pengujian menggunakan uji-F dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. (Suliyanto, 2012).

### **Hipotesa**

Uji T:

Terima  $H_0$  :  $\mu_1 = \mu_2$ , artinya nilai rata-rata hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan kedua metode tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tolak  $H_0$  :  $\mu_1 \neq \mu_2$ , artinya nilai rata-rata hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan kedua metode terdapat perbedaan yang signifikan.

Uji F:

Hipotesa Perbedaan Hasil Ekstraksi Antar Metode (Kolom)

Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , artinya tidak terdapat perbedaan secara nyata dari rata-rata hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.

Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari rata-rata hasil ekstraksi antar metode dengan kadar aspal.

Hipotesa Perbedaan Hasil Ekstraksi Antar Kadar Aspal (Kolom)

Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , artinya tidak terdapat perbedaan secara nyata dari rata-rata hasil ekstraksi antar kadar aspal.

Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari rata-rata hasil ekstraksi antar kadar aspal.

Hipotesa Interaksi Hasil Ekstraksi antara Kadar Aspal dan Metode Ekstraksi (Kolom dan Baris)

Hipotesis nol ( $H_0$ ) :  $X_1 = X_2 = X_3$ , artinya tidak terdapat interaksi dari rata-rata hasil ekstraksi antara metode ekstraksi dengan kadar aspal.

Hipotesis nol ( $H_a$ ) :  $X_1 \neq X_2 \neq X_3$ , artinya terdapat interaksi dari rata-rata hasil ekstraksi antara metode ekstraksi dengan kadar aspal.

### **Tahapan Pelaksanaan Penelitian**

1. Penentuan kebutuhan jumlah benda uji untuk masing-masing metode.
2. Pengujian ekstraksi dengan metode refluks dan sentrifus.
3. Analisa Perbedaan Dua Rata-rata (*independent sample test*) pada masing-masing metode
4. Analisa Perbedaan Dua Faktor dengan Replikasi
5. Kesimpulan dan saran.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengujian Ekstraksi Aspal Menggunakan Metode Refluks dan Sentrifus**

Setelah dilakukan pengujian ekstraksi terhadap variasi kadar aspal pada masing-masing metode, didapatkan hasil pengujian ekstraksi sebagai berikut:

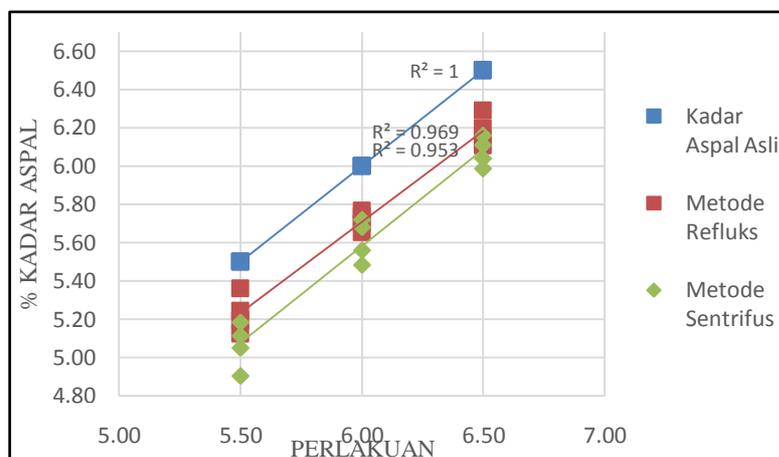
**Tabel 1.** Hasil Pengujian Ekstraksi

No	5,5%		6%		6,5%	
	Refluks	Sentrifus	Refluks	Sentrifus	Refluks	Sentrifus
1	5,13	5,05	5,70	5,72	6,20	6,04
2	5,24	5,11	5,66	5,68	6,29	6,11
3	5,20	4,91	5,77	5,49	6,14	6,16
4	5,36	5,19	5,73	5,56	6,11	5,99
Rata-rata	5,231	5,064	5,714	5,611	6,181	6,074
SD	0,099	0,119	0,047	0,108	0,082	0,077
SD Rata-rata	0,049	0,060	0,024	0,054	0,041	0,038

Dari tabel hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan metode refluks didapatkan nilai kadar aspal rata-rata sebesar 5,231%, 5,714%, dan 6,181%, sedangkan metode sentrifus didapatkan nilai kadar aspal rata-rata sebesar 5,064%, 5,611%, dan 6,074%.

Dari nilai kadar aspal rata-rata di atas terlihat jika hasil pengujian dengan menggunakan metode refluks lebih mendekati kadar aspal asli, sehingga metode ini lebih baik dalam memberikan hasil pengujiannya. Selain itu hasil perhitungan standar deviasi rata-rata pengujian menggunakan metode refluks juga memiliki nilai yang lebih kecil dari metode sentrifus. Hal ini menunjukkan jika metode refluks memiliki tingkat konsistensi hasil yang lebih baik dari metode sentrifus.

Dari gambar grafik dapat dilihat jika sebaran data hasil pengujian dengan menggunakan metode refluks lebih mendekati kadar aspal asli. Dari gambar grafik tersebut juga dapat dilihat jika kemiringan garis tren data lebih bagus dan nilai  $R^2$  pada metode refluks ini lebih besar dibandingkan metode sentrifus



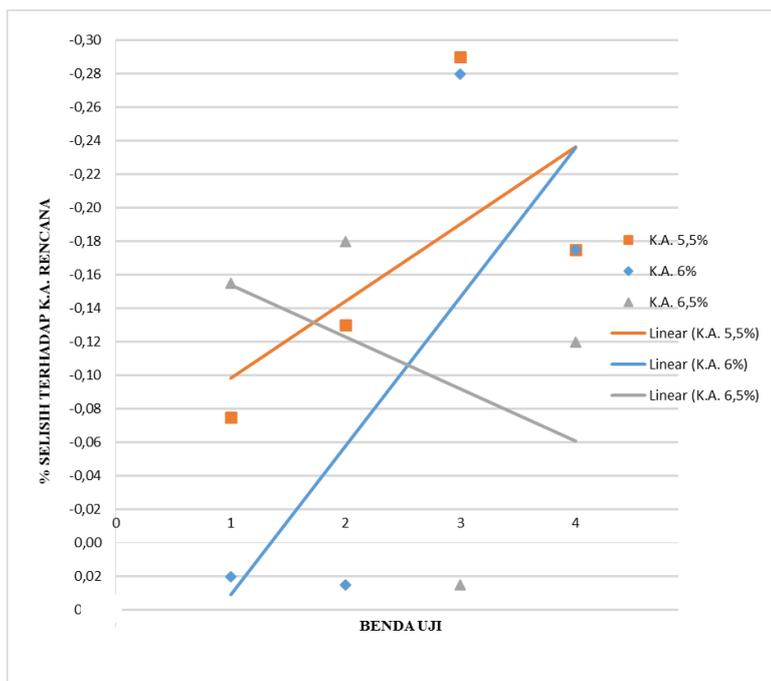
**Gambar 3.** Grafik Hasil Pengujian Ekstraksi

### Perbandingan Selisih Hasil Ekstraksi Metode Refluks dan Metode Sentrifus

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar selisih hasil pengujian ekstraksi menggunakan metode refluks dan metode sentrifus

**Tabel 2.** Selisih Hasil Pengujian M. Sentrifus Terhadap M. Refluks

No	5,5%			6%			6,5%		
	Refluks	Sentrifus	Selisih (%)	Refluks	Sentrifus	Selisih (%)	Refluks	Sentrifus	Selisih (%)
1	5,13	5,05	-0,08	5,70	5,72	0,02	6,20	6,04	-0,16
2	5,24	5,11	-0,13	5,66	5,68	0,03	6,29	6,11	-0,18
3	5,20	4,91	-0,29	5,77	5,49	-0,28	6,14	6,16	0,02
4	5,36	5,19	-0,18	5,73	5,56	-0,17	6,11	5,99	-0,12
Rata-rata	5,231	5,064	-0,168	5,714	5,611	-0,102	6,181	6,074	-0,108



**Gambar 4.** Grafik Selisih Hasil Pengujian M. Sentrifus terhadap M. Refluks

Dari tabel dapat dilihat terdapat rata-rata selisih -0,168% pada kadar aspal 5,5%, -0,102% pada kadar aspal 6%, dan -0,108% pada kadar aspal 6,5% dari hasil pengujian metode sentrifus terhadap refluks

#### Analisa Perbedaan Dua Rata-rata

Analisis ini dilakukan terhadap hasil kedua pengujian untuk menguji kebenaran atau kepalsuan dari hipotesis nol, apakah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak dari hasil pengujian ekstraksi dengan menggunakan metode refluks dan metode sentrifus.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Perbedaan Dua Rata-rata

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji	Rata-rata		Alfa	Sig	T <sub>hitung</sub>	T <sub>tabel</sub>	Ket
		Refluks	Sentrifus					
5,5%	4	5,231	5,064	0,05	0,072	2,197	2,4469	Terima
6%	4	5,714	5,611	0,05	0,150	1,767	2,4469	Terima
6,5%	4	6,181	6,074	0,05	0,091	0,201	2,4469	Terima

Dari hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari hasil pengujian ketiga variasi kadar aspal antara metode refluks dan metode sentrifus. Hal ini ditunjukkan dengan nilai  $t_{hitung} (2,197) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 5,5%, nilai  $t_{hitung} (1,767) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 6%, dan  $t_{hitung} (0,201) \leq t_{tabel} (2,4469)$  pada kadar aspal 6,5%.

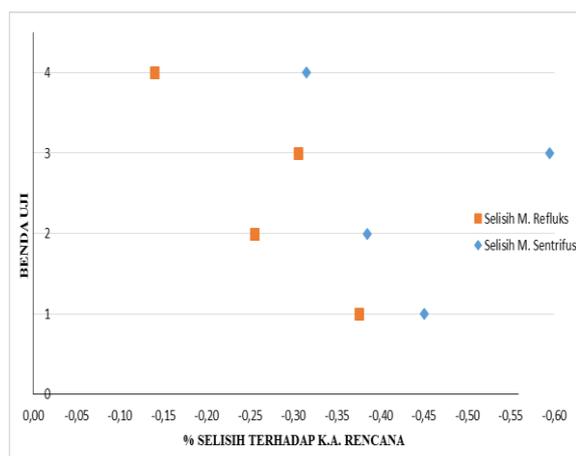
### Analisa Perbedaan Dua Faktor dengan Replikasi

Analisis Uji-F di sini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan secara signifikan dari hasil pengujian ekstraksi pada metode refluks dan sentrifus terhadap nilai kadar aspal rencana.

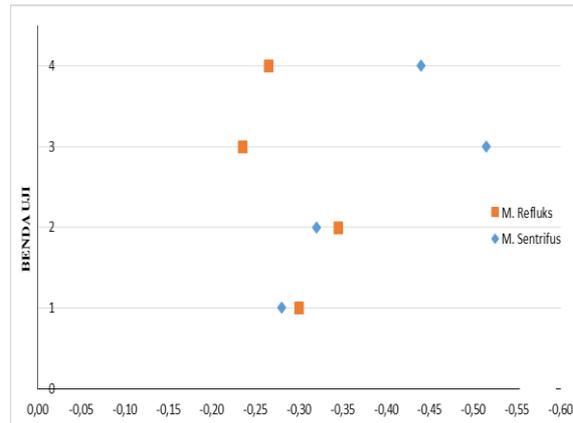
**Tabel 4.** Selisih Hasil Pengujian M. Refluks & M. Sentrifus Terhadap K. A. Rencana

No	5,5%		6%		6,5%	
	Refluks	Sentrifus	Refluks	Sentrifus	Refluks	Sentrifus
1	-0,38	-0,45	-0,30	-0,28	-0,30	-0,46
2	-0,26	-0,39	-0,34	-0,32	-0,21	-0,39
3	-0,30	-0,59	-0,23	-0,52	-0,36	-0,34
4	-0,14	-0,31	-0,27	-0,44	-0,39	-0,52
Rata-rata	-0,269	-0,436	-0,286	-0,389	-0,319	-0,426

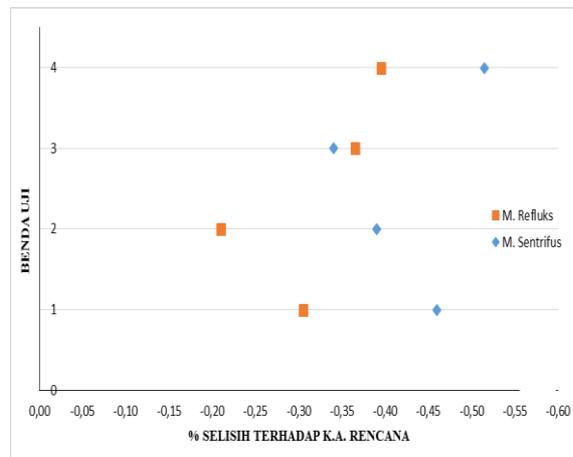
Berikut adalah grafik selisih pengujian masing-masing kadar aspal Metode Refluks dan Metode Sentrifus terhadap kadar aspal rencana:



Grafik Selisih Pengujian K. A. 5,5%



Grafik Selisih Pengujian K. A. 6%



Grafik Selisih Pengujian K. A. 6,5%

Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 5,5% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,269% pada metode refluks dan sebesar 0,436% pada metode sentrifus.

Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 6% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,286% pada metode refluks dan sebesar 0,389% pada metode sentrifus.

Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 6,5% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,319% pada metode refluks dan sebesar 0,426% pada metode sentrifus.

**Tabel 5.** Hasil Analisa Uji-F

SUMMARY	5,5%				6%			
	Refluks	Sentrifus	K. A. Rencana	Total	Refluks	Sentrifus	K. A. Rencana	Total
Count	4	4	4	12	4	4	4	12
Sum	20,925	20,255	22	63,18	22,855	22,445	24	69,3
Average	5,23125	5,06375	5,5	5,265	5,71375	5,61125	6	5,775
Variance	0,009790	0,014240	0	0,041777	0,002240	0,011706	0	0,033327

**Tabel 5.** Hasil Analisa Uji-F (lanjutan)

SUMMARY	6,5%				Total		
	Refluks	Sentrifus	K. A. Rencana	Total	Refluks	Sentrifus	K. A. Rencana
Count	4	4	4	12	12	12	12
Sum	24,725	24,295	26	75,02	68,505	66,995	72
Average	6,18125	6,07375	6,5	6,251667	5,70875	5,582917	6
Variance	0,006656	0,005923	0	0,039170	0,169201	0,194602	0,181818

**Tabel 6.** Hasil Analisa Uji-F

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample	5,843289	2	2,921644	520,1312	2,77E-22	3,354131
Columns	1,098476	2	0,549238	97,77916	4,29E-13	3,354131
Interaction	0,006878	4	0,001719	0,306107	0,871324	2,727765
Within	0,151663	27	0,005617			
Total	7,100306	35				

Berdasarkan output ANOVA untuk sampel pengujian diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 520,1312 sedangkan  $F_{tabel}$  dengan df: (0.05, 2, 27) sebesar 3.284, Karena  $F_{hitung}$  (520,1312) >  $F_{tabel}$  (3,284) atau p-value ( $2,77 \times 10^{-22}$ ) < alpha (0,05) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata dari hasil pengujian ekstraksi kedua metode terhadap kadar aspal asli.

Berdasarkan output ANOVA untuk masing-masing metode diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 97,779 sedangkan  $F_{tabel}$  dengan df:(0.05, 1, 27) sebesar 11,2755 dengan p-value sebesar 0,0035. Karena  $F_{hitung}$  (97,779) >  $F_{tabel}$  (5,980) maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil pengujian yang signifikan

Berdasarkan pada output ANOVA untuk interaksi antara metode ekstraksi dengan kadar aspal diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 0.3061, sedangkan  $F_{tabel}$  dengan df: (0.05, 2, 27) sebesar (0.388). Karena  $F_{hitung}$  (0.3061) <  $F_{tabel}$  (4,560) maka dapat disimpulkan tidak terdapat interaksi antar metode pengujian ekstraksi.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil, pembahasan, dan kesimpulan dari pengujian statistik uji-T menunjukkan terdapat perbedaan hasil yang tidak signifikan pada pengujian ekstraksi aspal antara metode refluks dan sentrifus.

Rata-rata hasil pengujian ekstraksi metode refluks lebih mendekati kadar aspal rencana dengan kadar aspal rata-rata sebesar 5,231% untuk kadar aspal 5%, 5,714% untuk kadar aspal 6%, dan 6,181% untuk kadar aspal 6,5%. Sedangkan hasil pengujian metode sentrifus sebesar 5,064% untuk kadar aspal 5,5%, 5,611% untuk kadar aspal 6%, dan 6,074% untuk kadar aspal 6,5%.

Selisih rata-rata hasil pengujian ekstraksi metode sentrifus lebih kecil sebesar 0,168% pada kadar aspal 5,5%, 0,102% pada kadar aspal 6%, dan 0,108% pada kadar aspal 6,5% terhadap metode refluks

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari pengujian analisa perbedaan dua faktor dengan replikasi menunjukkan terdapat perbedaan hasil yang signifikan pada pengujian metode refluks dan sentrifus terhadap kadar aspal rencana.

Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 5,5% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,269% pada metode refluks dan sebesar 0,436% pada metode sentrifus. Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 6% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,286% pada metode refluks dan sebesar 0,389% pada metode sentrifus. Rata-rata selisih hasil pengujian kadar aspal 6,5% lebih kecil dari kadar aspal rencana sebesar 0,319% pada metode refluks dan sebesar 0,426% pada metode sentrifus.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK RSNI M-05-2004 : Cara Uji Ekstraksi Kadar Aspal dari Campuran Beraspal Menggunakan Tabung Refluks Gelas . Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SK SNI 03-6894-2002 : Metode Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Sentrifus. Jakarta.
- Hadijah, Ida. TAPAK. 2011. *Evaluasi Variasi Bahan Pelarut Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum*. Vol 1, No 1, November 2011. Bandra Lampung: Universitas Muhammadiyah Metro.
- Schultz R. L. 1988. *Asphalt Extraction Study*. Washington: Washington State Departement Of Transportation.
- Supranto, J. 2009. *Statistik Teori dan Aplikasi Jilid 7*. Jakarta: Erlangga.
- Suliyanto. 2012. *Analisis Statistik Pendekatan Praktis dengan Microsoft Excel*. Yogyakarta: Andi.

## PENGARUH SUBSTITUSI RESIDIUM CATALYTIC CRACKING DAN LIMBAH PABRIK BATU TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

**YULIA HASTUTI, ST, MT**

Lecturer

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM. 36  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
keisyi96@yahoo.com

**EstinaNurma Silitonga**

Student

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM. 36  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[tinasilitonga69@yahoo.co.id](mailto:tinasilitonga69@yahoo.co.id)

**RATNA DEWI, ST, MT**

Lecturer

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM. 36  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[dewirds@yahoo.com](mailto:dewirds@yahoo.com)

### Abstract

In planning road construction, a pavement design is connected with the soil CBR value. Soil is the road foundation that needed to be considered. Problems which were usually caused by soil were properties or the content of such poor soil of high plasticity, high dry bulk density, small shear-strength soil, big thriving and shrinking, and also a low CBR value. Therefore, the relevancy of doing the research was to improve the strength of expansive clay soils, one of which was the chemical stabilization or adding certain chemicals, causing a chemical reaction. To overcome the existing problems in the expansive clay soils research conducted using Residium Catalytic Cracking and Stone Factory Waste as stabilization material. The purpose of this study was to determine the effect of substituting Residium Catalytic Cracking with factory waste rock to the value of CBR (California Bearing Ratio) on expansive clay. Expansive clay soil samples was taken from the area of Tanjung Api-api Km.27 Palembang, whereas samples of Catalytic Cracking Residium was taken from PT. Pertamina RU III, Palembang and Stone Factory Waste was taken from Lengot, sub-district of Jayapura, East Oku Regency (OKUT). Variation of mix were Catalytic Cracking Residium 0%, 2%, 4%, 6% and stone factory waste 0%, 20%, 25%, 30% with treatment period 0, 7 and 14 days. The results showed that the stabilizing agent of Residium Catalytic Cracking could increase the value of CBR expansive clay soil while the addition of the Stone Factory Waste lower the value of CBR expansive clay. From the optimization results of CBR value, the best composite were 6% Catalytic Cracking Plant and 0% Stone Factory Waste with 4.1% CBR value and the percentage transformation in the CBR value 124.044%.

**Keywords:** *Pavement design, Soil CBR Value, Soil Stabilization, Residium Catalytic Cracking, Stone Factory Waste.*

### Abstrak

Pada perencanaan jalan baru, keperluan perancangan tebal perkerasan erat kaitannya dengan nilai CBR pada tanah. Tanah merupakan dasar dari konstruksi jalan tersebut, sehingga perlu diperhatikan. Masalah yang biasanya ditimbulkan tanah adalah sifat-sifat ataupun kandungan tanah yang buruk seperti plastisitas yang tinggi, berat isi kering yang tinggi, kuat geser tanah yang kecil, kembang-susut yang besar, dan juga nilai CBR yang rendah. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian untuk memperbaiki kekuatan tanah dengan kondisi tersebut. Tanah lempung ekspansif adalah salah satunya jenis tanah dengan sifat-sifat tersebut. Untuk mengatasi permasalahan yang ada pada tanah lempung ekspansif tersebut maka diadakan penelitian dengan menggunakan *Residium Catalytic Cracking* dan Limbah Parik Batu sebagai bahan stabilisasinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari substitusi *Residium Catalytic Cracking* dengan limbah pabrik batu terhadap nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada tanah lempung ekspansif. Sampel tanah lempung ekspansif diambil dari daerah Tanjung Api-api Km.27 Palembang, sedangkan sampel *Residium Catalytic Cracking* diambil dari PT. Pertamina RU III, Palembang dan Limbah Pabrik Batu diambil dari Desa Lengot, Kecamatan Jayapura, Kabupaten Oku Timur (OKUT). Variasi campuran *Residium Catalytic Cracking* 0%, 2%, 4%, 6% dan Limbah Parik Batu 0%, 20%, 25%, 30% dengan masa perawatan 0, 7 dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahan stabilisasi *Residium Catalytic Cracking* dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung ekspansif sedangkan penambahan Limbah Pabrik Batu menurunkan nilai CBR tanah lempung ekspansif. Dari hasil optimasi nilai CBR, campuran yang paling baik adalah 6% *Residium Catalytic Cracking* dan 0% Limbah Pabrik Batu dengan nilai CBR 4,1% dan perubahan persentase nilai CBR 124,044% .

**Kata kunci** : Perancangan Tebal Perkerasan, Nilai CBR tanah, Stabilisasi tanah, Residuum Catalytic Cracking, Limbah Pabrik.

## **PENDAHULUAN**

Tanah lempung ekspansif merupakan jenis tanah yang bermasalah terhadap pondasi bangunan maupun jalan, karena mempunyai sifat khas, yaitu kandungan mineral ekspansifnya memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi sehingga mengakibatkan tanah ekspansif memiliki ipotensi kembang susut (swelling) dan plastisitas yang tinggi, dan relatif keras atau kaku pada saat kadar airnya berkurang sehingga memiliki kuat geser tanah yang kecil (Sudjipto, 2006).

Tanah ekspansi ini mempunyai kembang susut yang besar. Jika kadar airnya meningkat atau dalam keadaan terendam, maka tanah jenis ini akan mengembang (swell) dan menyusut (shrink) apabila tanah dalam keadaan kering. Pengembangan volume tanah disertai tekanan tanah kearah atas akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan atau konstruksi lainnya seperti kenaikan (heave) atau terangkatnya pondasi, retak-retak (cracking) pada dinding bangunan, jalan bergelombang, dan sebagainya (Rina Yuliet, 2007). Karena itu perlu dilakukan usaha perbaikan sifat-sifat tanah atau stabilisasi tanah.

Salah satu parameter yang diperlukan untuk mengetahui kondisi suatu tanah adalah nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR sendiri pada saat ini hanya dikaitkan dengan keperluan perancangan tebal perkerasan. Kekuatan tanah dasar untuk tebal perkerasan tersebut ditentukan dari nilai CBR tanah dasar tersebut. Tanah ekspansif memiliki daya dukung tanah yang rendah, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tanah atau stabilisasi. Stabilisasi tanah merupakan usaha perbaikan daya dukung tanah yang tidak atau kurang baik. Tujuan utama yang akan dicapai dari stabilisasi tanah itu sendiri adalah meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah.

Penggunaan limbah pengilangan minyak pernah diteliti oleh Yuda Permana dengan judul "Studi Penggunaan Limbah Pengilangan Minyak (Residuum Catalytic Cracking 15, RCC15) Pada Tanah Ekspansif". Hasil pengujian dengan penambahan 2% RCC dan 2% PCC terhadap tanah lempung Gedebage Bandung setelah perawatan 28 hari menunjukkan peningkatan. Pada uji CBR terjadi peningkatan nilai CBR 25,25% untuk rendaman dan 42,52% untuk CBR tanpa rendaman.

Oleh Karena ingin mengetahui pengaruh penambahan Residuum Catalytic Cracking yang berasal dari limbah pengilangan minyak bumi di Plajudan limbah pabrik batu yang berasal dari desa Lengot, Kecamatan Jayapura, Kabupaten Oku Timur (OKUT) sebagai stabilizing agent terhadap perubahan nilai CBR (California Bearing Ratio) pada tanah ekspansif dengan menggunakan uji CBR (California Bearing Ratio), maka dilakukanlah penelitian tersebut.

Berikut tabel mengenai potensi pengembangan tanah berbagai nilai Indeks Plastis

**Tabel 1** Potensi pengembangan tanah

<b>Indeks Plastisitas (PI)</b>	<b>Potensi Pengembangan</b>
0 - 15	Rendah
10 - 20	Sedang
20 - 35	Tinggi
> 35	Sangat Tinggi

(Sumber : Chen)

## **METODOLOGI PENELITIAN**

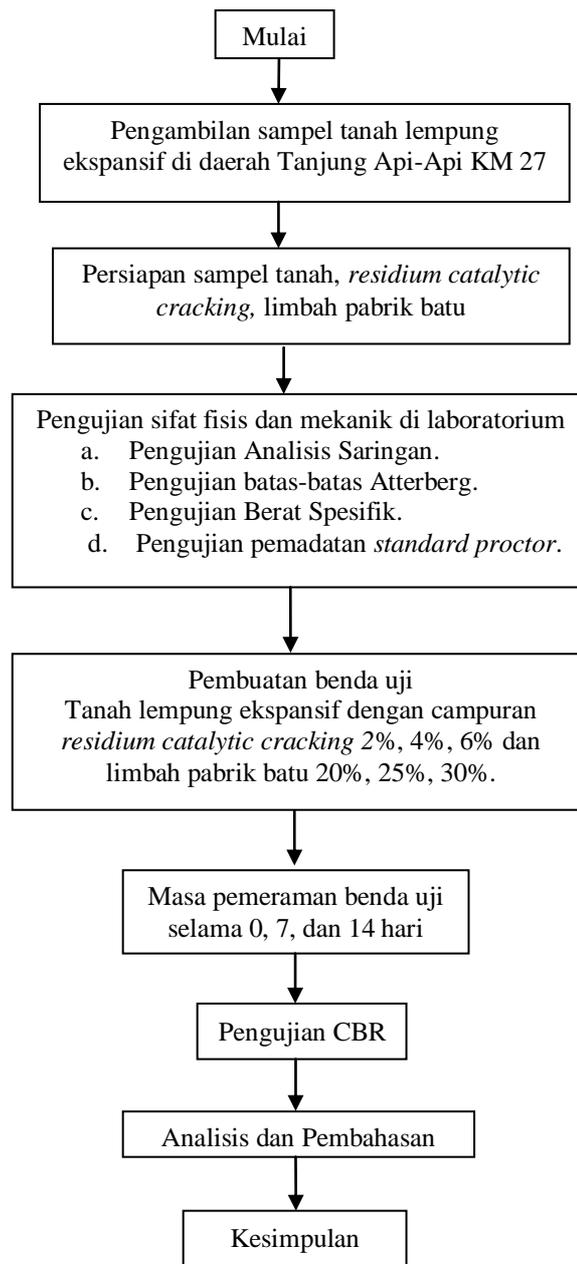
Dalam penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu a) Studi literature mengenai teori – teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. b) Pekerjaan lapangan dimulai dari pengambilan sampel tanah ekspansif di daerah Tanjung Api-api KM 27 Palembang, *Residium Catalytic Cracking* (RCC) dari PT. Pertamina RU III Palembang, dan persiapan Limbah Pabrik Batu (LB). c) Pekerjaan laboratorium yang berupa pengujian karakteristik tanah (*Soil Properties*) pada tanah asli. Kemudian mempersiapkan dan menimbang masing-masing persentase bahan campuran *Residium Catalytic Cracking* (RCC) dan Limbah Pabrik Batu (LB). Dan dilakukan pencampuran pada masing masing persentase sampel benda uji untuk selanjutnya diperam, dicetak, dan dilakukan perawatan selama 0, 7, dan 14 hari sebelum dilakukan pengujian daya dukung tanah melalui uji CBR (*California Bearing Ratio*). Langkah selanjutnya data – data dari hasil pengujian, diolah dan dianalisa untuk ditarik kesimpulan dari hasil pengujian tersebut. Untuk lebih jelas mengenai metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Dalam menganalisis data dilakukan beberapa tahapan berikut, yaitu a) Mengelompokkan nilai CBR dari setiap sampel benda uji, b) Menentukan hubungan antara nilai CBR dari persentase campuran *Residium Catalytic Cracking* (RCC) dan Limbah Pabrik Batu (LB), c) menentukan persentase perubahan nilai CBR tanah campuran terhadap nilai CBR tanah asli, d) menentukan persentase optimum agar diperoleh nilai CBR maksimum dari beberapa sampel benda uji.

## **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Tanah Asli**

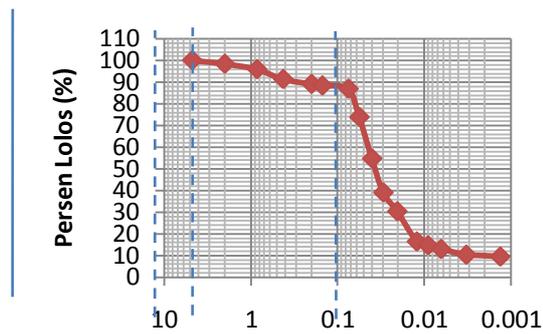
Pengujian laboratorium mengenai karakteristik fisik tanah asli meliputi berat jenis, batas-batas Atterberg (batas cair, batas plastis, plasticity index, dan analisis distribusi butiran dengan hasil seperti pada Tabel 2 .



(Sumber : Penulis)

**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

Untuk pengujian analisa distribusi butir dilakukan dengan percobaan analisis saringan basah. Hasil percobaan analisis saringan basah seperti terlihat pada Gambar 2 .



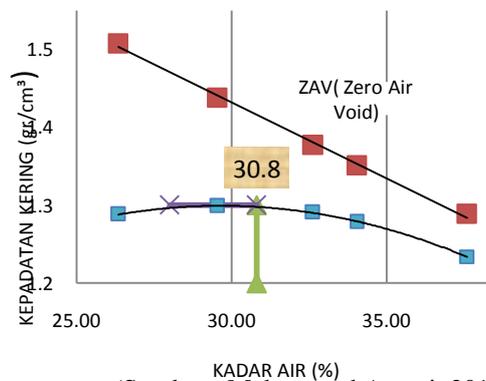
(Sumber : Muḥammad Ānsorī, 2013)

**Gambar 2** Grafik distribusi ukuran butiran

**Tabel 2** Karakteristik Tanah Asli

Pemeriksaan	Hasil
Kadar air	69.31%
Tanah lolos saringan No.200 (<0,075mm)	86.85%
Spesific gravity (Gs)	2.64 gr/cm <sup>3</sup>
Batas plastis (PL)	32.37%
Batas cair (LL)	67.70%
Indeks plastis (PI)	35.33%
Klasifikasi tanah menurut USCS	CH
Klasifikasi tanah menurut AASHTO	A-7-5

Untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dilakukan pengujian pemadatan tanah standar. Hasil pengujian pemadatan tanah standar dapat dilihat pada Gambar 3.



(Sumber : Muhammad Ansori, 2013)

**Gambar 3** Kurva pemadatan tanah standar

Dari data diatas dapat diketahui kadar air optimum sebesar 30.8% dan berat isi kering maksimum sebesar 1.299 gr/cm<sup>3</sup>, dan dari nilai IP 35.33% diketahui bahwa nilai IP>35 (Chen 1975) berpotensi ekspansif tinggi. Dan dengan nilai Gs sebesar 2.64 dimana menurut Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck (1967) bahwa tanah dengan Gs 2,6-2,8 merupakan tanah lempung ekspansif.

Dari hasil penelitian terdahulu mengenai karakteristik Abu tandan sawit dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3** Residium Catalytic Cracking

Nama Senyawa	Spent Catalyst RCC Jumlah (%)
Silika (SiO <sub>2</sub> )	63,93
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	20,11
Ferri oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,33
Kapur (CaO)	2,74
Magnesium Oksida (MgO)	1,07
Hilang Pijar (LOI)	4,13
Total Alkali	7,21

(Sumber : Hendi, 2013.)

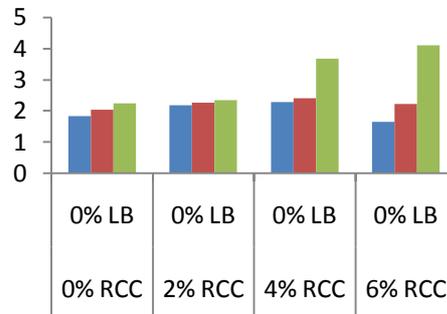
### Hasil Pengujian CBR pada Tanah Asli dan Tanah Campuran

Hasil pemeriksaan nilai CBR tanah asli dapat yaitu 1,83%, dapat dilihat pada Tabel 4. berikut :

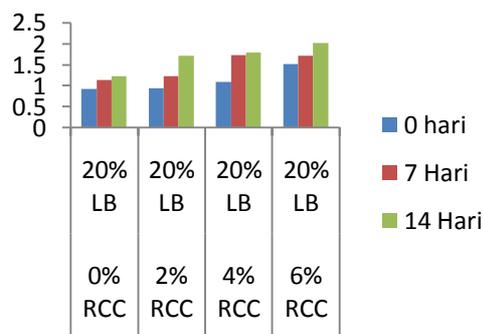
**Tabel 4** Nilai CBR Tanah Campuran

Persentase Campuran RCC (%)	LB (%)	Nilai CBR & Masa Perawatan		
		0 hari	7 hari	14 hari
0	0	1.83	1.83	1.83
2	0	2.255	2.26	2.35
4	0	2.28	2.415	3.675
6	0	1.65	2.225	4.1
0	20	0.93	1.135	1.23
2	20	0.945	1.225	1.705
4	20	1.085	1.725	1.785
0	25	0.65	0.635	0.725
6	20	1.515	1.705	2.01
2	25	0.755	0.895	1.36
4	25	0.865	0.91	1.14
0	30	0.41	1.56	1.79
6	25	0.465	0.515	0.605
2	30	0.465	0.775	0.985
4	30	0.5	0.815	1.21
6	30	0.445	0.955	1.785

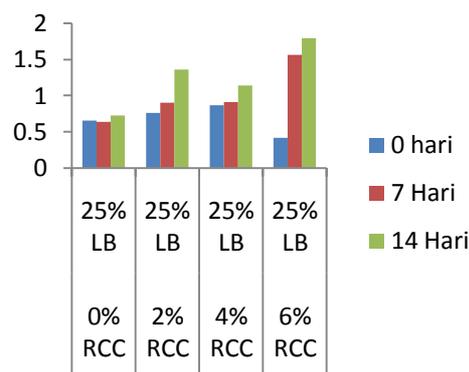
Dari data nilai CBR diatas dapat diketahui peningkatan maupun penurunan nilai CBR akibat penambahan persentase campuran *Residium Catalytic Cracking* dan Limbah Pabrik Batu. Adapun grafik hubungan antara persentase *Residium Catalytic Cracking* dan Limbah Pabrik Batu terhadap nilai CBR dapat dilihat pada gambar – gambar .



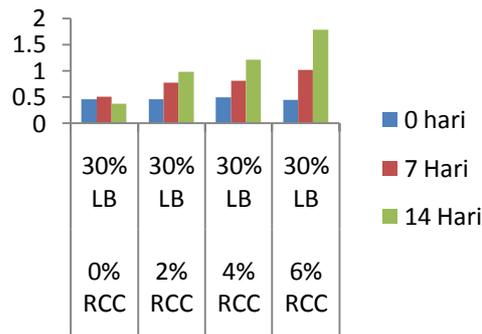
**Gambar 4** Diagram Nilai CBR dengan campuran *Residium Catalytic Cracking* 2%, 4%, 6% dan Limbah Pabrik Batu 0%.



**Gambar 5** Diagram Nilai CBR dengan campuran *Residium Catalyti Cracking* 2%, 4%, 6% dan Limbah Pabrik Batu 20%.



**Gambar 6** Diagram Nilai CBR dengan campuran *Residium Catalytic Cracking* 2%, 4%, 6% dan Limbah Pabrik Batu tiap variasi 25%.



**Gambar 7** Diagram Nilai CBR dengan campuran *Residium Catalytic Cracking* 2%, 4%,6% dan Limbah Pabrik Batu tiap variasi 30%

Dari gambar diagram di atas dengan masa perawatan 0,7 dan 14 hari dapat diketahui untuk persentase komposisi *residium catalytic cracking* 6% dengan limbah pabrik batu 0% nilai CBR menunjukkan peningkatan dari tanah asli, sedangkan saat persentase komposisi limbah pabrik batu ditambahkan yang terjadi adalah nilai CBR cenderung mengalami penurunan. Berikut ditunjukkan persentase perubahan nilai CBR dari setiap sampel tanah campuran, persentase ini didapatkan dari membandingkan nilai CBR tanah campuran dengan nilai CBR tanah asli pada tiap masa perawatan.

**Tabel 5** Persentase perubahan nilai CBR

Campuran		Persentase Perubahan Nilai (%) CBR		
RCC (%)	LB (%)	0 (hari)	7 (hari)	14 (hari)
0	0	0.00	0.000	0.000
2	0	23.22	23.49	28.41
4	0	24.59	31.96	100.82
6	0	-9.83	21.58	124.044
0	20	-7.00	-37.97	-32.78
2	20	-48.36	-33.06	-6.83
4	20	-40.71	-5.73	-2.45
0	25	-64.48	-65.30	-60.38
6	20	-17.21	-6.83	9.83
2	25	-58.74	-51.09	-25.68
4	25	-52.73	-50.27	-37.70
0	30	-77.59	-14.75	-2.18
6	25	-74.59	-71.85	-66.94
2	30	-74.59	-57.65	-46.17
4	30	-72.67	-55.46	-33.88
6	30	-75.68	-47.81	-2.45

## PEMBAHASAN

### Tanah Asli

Dari data diatas dapat diketahui kadar air optimum sebesar 30.8% dan berat isi kering maksimum sebesar 1.299 gr/cm<sup>3</sup>, dan dari nilai IP 35.33% diketahui bahwa nilai IP>35 (Chen 1975) berpotensi ekspansif tinggi. Dan dengan nilai Gs sebesar 2.64 dimana menurut Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck (1967) bahwa tanah dengan Gs 2,6-2,8 merupakan tanah lempung ekspansif. Dengan nilai CBR sebesar 2.36%. Dari analisis sifat-sifat tanah setempat diketahui bahwa tanah tersebut kurang menguntungkan terutama yang disebabkan oleh kadar air dan perubahan volume yang tinggi. Melalui penelitian ini dicoba mencari alternatif perbaikan tanah setempat dengan menambah bahan campuran yang berupa *residium catalytic cracking* dan limbah pabrik batu.

### Tanah Campuran

Dari gambar diatas diketahui persentase perubahan nilai CBR tertinggi terjadi pada sampel komposisi campuran *residium catalytic cracking* 6% dan limbah pabrik batu 0% pada masa perawatan 14 hari yaitu 124,044% dengan nilai CBR 4,1%. Adapun persentase perubahan nilai CBR yang paling rendah yaitu pada komposisi campuran *residium catalytic cracking* 0% dan limbah pabrik batu 30%. Dengan persentase tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan limbah pabrik batu untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif tidak baik karena menurunkan nilai CBR.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Menurut USCS, tanah daerah Tanjung Api-api termasuk dalam kelas CH yaitu tanah lempung organuk dengan plastisitas sedang samapi tinggi. Sedangkan menurut AASHTO tanah ini termasuk tanah berlempung dengan penilaian sedang samapi buruk. Berdasarkan table Chen (1975) dengan nilai IP=35,33% maka tanah digolongkan sebagai tanah dengan potensial ekspansif tinggi. Dan dari nilai Gs=2,64 tanah juga digolongkan sebagai tanah lempung ekspansif menurut Kark Terzaghi dan RAlp B. Peck (1967). Degan nilai CBR tanah asli yaitu 1,83% adalah dikategorikan buruk dan perlu distabilisasikan.
2. Pada variasi *residium catalytic cracking* 2%,4%,6% dan limbah pabrik batu 0% meningkatkan nilai CBR untuk masing-masing persentase campuran. Namun peningkatan yang paling besar yaitu pada komposisi campuran *residium catalytic cracking* 6% dan limbah pabrik batu 0% degan masa perawatan 14 hari dengan nilai CBR 4,1% dan perubahan nilai CBR 124,044%.
3. Pada komposisi campuran *residium catalytic cracking* 0% dan limbah pabrik batu 30% terjadi penurunan nilai CBR yang paling besar yaitu 0,41% dengan persentase perubahan nilai CBR -77,5956%.
4. Pada variasi *residium catalytic cracking* 2%,4%,6% dan limbah pabrik batu lebih besar dari 0% nilai CBR yang cenderung mengalami penurunan.
5. Dari penelitian yang telah dilakukan, penambahan *residium catalytic cracking* memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan nilai CBR sedangkan penambahan limbah pabrik membuat penurunan nilai CBR. Hal itu terjadi karena *residium catalytic cracking* kandungan utamanya adalah silica dan alumunium yang

berfungsi untuk menstabilkan tanah ekspansif sedangkan limbah pabrik batu memiliki sifat daya serap air yang relatif kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah*. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknis)*, Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Terzaghi, Karl. Deck, Ralph P. 1967. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta :Erlangga.
- Oemar, Bakrie. Gofar, Nurly. Dewi, Ratna. 2013. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Ansori, Muhammad. 2013. *Evaluasi Pencampuran Abu tanda Sawit dan Semen Portland Pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Gunarti, Anita Setyowati Srie. 2014. *Daya Dukung Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Spent Catalyst RCC 15 dan Kapur*. Bekasi :Ilmiah Teknik Sipil Universitas Islam 45.
- Permana, Yuda. 2009. *Studi Penggunaan Limbah Pengilangan Minyak (Residium Catalytic Cracking 15, RCC15) Pada Perbaikan Tanah Ekspansif*. Bandung : Ilmiah Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional.
- Sulistyowati, Tri. 2006. *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Fly Ash Terhadap Nilai daya Dukung CBR*. Mataram :Ilmiah Teknik Sipil Universitas Mataram

# PERLAKUAN PERKERASAN HOT MIX ASPAL MENGUNAKAN LATEK TERHADAP DEFORMASI PERMANEN AKIBAT BEBAN BERULANG (NOMOR MAKALAH : T-155)

Puri Nurani

Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang  
Jl Veteran PO Box 04 Malang – (65145) Telp: (0341) 5541340 - Fax. (0341) 551708  
[bundapuri@gmail.com](mailto:bundapuri@gmail.com)

## Abstract

Hot Mix Asphalt (HMA) is a Flexible Pavement which has been frequently used as it can be got in with ease. Never the less, the increasing number of passing, vehicles results in premature damage due to overloading. A long term objective of this research is to decrease the premature damage by adding some latex to the pavement mixture of aggregate and asphalt. While its specific objective is to add some latex to HMA pavement mixture to detect the effect of fatigue which can be seen through permanent deformation and rutting. Having added some latex, it can be detected how serious the damage of the pavement will be. Experimental method was employed by using Bina Marga standardized aggregate, 4,5% - 6% latex addition to petroleum asphalt penetration 60/70 had to go thorough Beam Apparatus Pavement Test. While Wheel Tracking Machine (WTM) was applied to test, rutting. The analyses of 4,5%- 6% latex addition to Maximum Asphalt Content result in 2,43 mm and 2,66mm deformation It is suggested to carry out a research into the effect of 7% and 8% latex addition to Maximum Asphalt Content

*Key words : Hot Mix Asphalt, latek, fatigue, rutting*

## Abstrak

Perkerasan Hot Mix Aspal (HMA) adalah Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) yang sudah sering digunakan karena mudah didapatkan. Namun dengan bertambahnya jumlah kendaraan, mengalami kelebihan beban kendaraan. Tujuan jangka panjang penelitian ini untuk mengurangi terjadinya kerusakan dengan cara mencampurkan latek pada material perkerasan agregat dan aspal. Sedangkan tujuan khususnya adalah menambangkan latek pada perkerasan HMA untuk mendeteksi pengaruh kelelahan (fatigue). Fatigue bisa dideteksi melalui deformasi permanen dan alur. Dengan penambahan latek akan terdeteksi seberapa besar kerusakan perkerasan yang terjadi Penelitian ini menggunakan metode Eksperimen yang memanfaatkan material agregat berstandar Bina Marga. Penambahan latek 4,5% - 6% pada aspal pen 60/70 diuji dengan Beam Apparatus Pavement sedang alur diuji dengan Wheel Tracking Machine (WTM). Hasil analisis dengan menambahkan latek 4,5% - 6% pada Kadar Aspal Optimum (KAO) menunjukkan deformasi 2,43mm dan 2,66 mm. Penulis menyarankan dilakukan penelitian dengan menambahkan latek 7% dan 8% pada Kadar Aspal Optimum

*Kata kunci : aspal hot mix, latek, fatik, rutting*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Campuran Perkerasan HMA (Hot Mix Aspal), Penggunaan aspal Penetrasi 60/70 kelemahan nya adalah :1) Kurang tahan lama , 2) Cepat mengeras dengan manifestasi perkerasan jalan relatif cepat retak 3)Kerusakan perkerasan, hal ini sering terjadi pada perkerasan HMA karena beban berulang dan Iklim di Indonesia adalah Tropis dimana:Sinar matahari sepanjang tahun, curah hujan tinggi, perkerasan yang kurang mantap, kerusakan perkerasan Jalan. Sehingga perlu bahan tambah Latek agar mendapatkan perbaikan kualitas Aspal yang: bersifat keras, titik lembek tinggi, elastis, pelekatan baik. tahan lama, dengan penambah latek KKK-60 (Kadar Karet Kering 60%)

diharapkan dapat memperbaiki pekerasan HMA, uji fatiq dan WTM ( wheel Tracking Machine)

## **TINJAUAN LITERATUR**

Puri Nurani (2011), Indeks Efektifitas Metode De'garmo dapat digunakan untuk mencari Pengaruh Penggunaan Proporsi Karet Latek Terhadap Kinerja Campuran Hot Rolled Sheet. Puri Nurani (2012), latek kkk-60 meningkatkan kualitas aspal untuk campuran perkerasan permukaan jalan raya sebesar 3-4,5% dari berat aspal. Tjitjik W Suroso (2007), Karet alam ditambahkan pada Aspal dapat meningkatkan kualitas aspal sehingga dapat menanggulangi retak – retak pada permukaan jalan beraspal. Iriansyah AS (1995) Aspal karet sangat baik digunakan dalam teknologi perkerasan di daerah tropis dan lalu lintas berat. Perkerasan jalan Hot Mix aspal sudah ada sejak tahun 1953, yaitu WASHO Road Test dan Benkelman Beam Test, pada tahun 1958-60 dikembangkan dengan AASHO Road Test yang mencakup Serviceability concept (PSI), ESAL, Slope variance as roughness, index using CHLOE, Tahun 1972 AASHTO Interim Guide for Design of Pavements (PSI, ESAL), 1986 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (Rehabilitated pavements; Remaining life) Kemudian tahun 1993 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (Rehabilitated pavements), 1997 AASHTO initiated a project for mechanistic design. Terakhir AASHTO 2008 Penelitian ini mengacu pada AASHTO 2008 (Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing)

Campuran Perkerasan beraspal dapat diuji dengan alat Marshall, Wheel Tracking, dan Fatigue

Ketiganya akan dilakukan dalam penelitian ini, dimana Marsall test untuk mendapat nilai Stabilitas, yaitu ketahanan campuran beraspal terhadap beban kendaraan dalam satuan kg. Sedang Flow (kelelehan) yaitu keadaan perubahan bentuk campuran beraspal, yang terjadi saat beban runtuh dan di nyatakan dalam (mm). Dalam penelitian ini Marshall test untuk mencari nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) masing2 campuran dengan masing2 penambahan latek sebanyak (0%, 3%, 4,5%, 6%) dari KAO (Kadar Aspal Optimum)

Alat wheel Tracking, pengujian dengan alat ini berdasar (JRA-1981), menggunakan skala model (30X30X5)cm<sup>3</sup> dengan menggunakan beban 6,4 kg/cm<sup>2</sup> untuk lalu lintas >3000 kendaraan berat/hari, pengujian dilakukan selama 60 menit atau 1320 lintasan roda, suhu 60°C serta pengamatan pada benda uji adalah kedalaman alur atau deformasi permanen (pass/mm), stabilitas dinamis (pass/mm), kecepatan deformasinya (mm/min). dan untuk mencari nilai Stabilitas dinamis (pass/mm) =  $42X(t_2-t_1)/(d_2-d_1)$ , sedang untuk nilai kecepatan deformasi (mm/min) dicari dengan rumus =  $(d_2-d_1)/(t_2-t_1)$  dimana  $d_1$  = deformasi pada  $t_1 = 45$  menit, dan  $d_2$

= deformasi pada  $t_2 = 60$  menit. Fatigue, yang dilakukan dalam penelitian ini untuk membandingkan siklus atau persamaan grafik dari tiap-tiap jenis campuran yang dapat dihubungkan karakteristik kekakuan

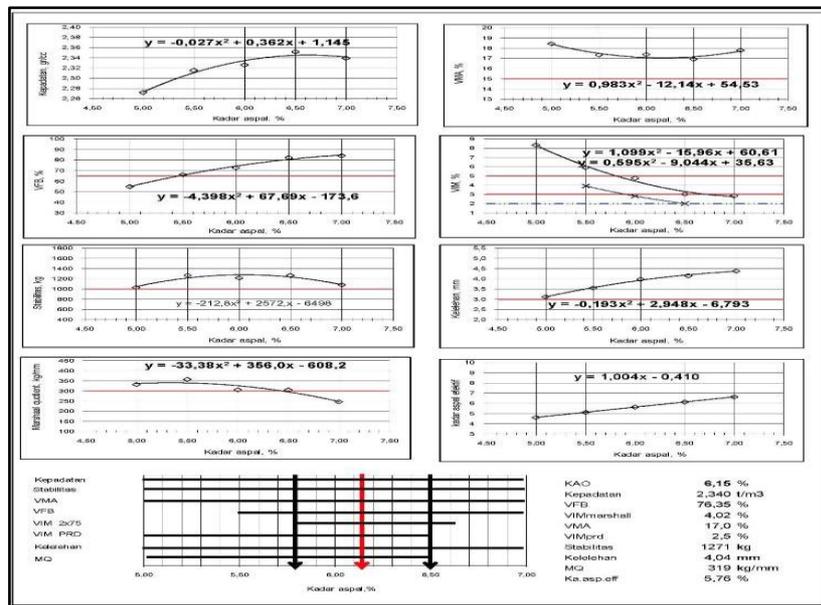
## **PEMBAHASAN DAN HASIL**

**Mencari Kadar Optimum Aspal + latek** Untuk mencari KAO (kadar Aspal Otimum) + karet Latek, dibuat benda uji, masing-masing memakai aspal jenis AC Pen 60/70 sebanyak 15 buah tanpa latek, yang terdiri dari pemakaian aspal 5% sejumlah 3 benda uji; 5,5% sejumlah 3 benda uji ; 6% sejumlah 3 benda uji 6,5% ; sejumlah 3 benda uji; dan dengan 7% sejumlah 3 benda uji, sehingga total jumlah 15 (lima belas benda uji) Demikian juga dengan ditambah latek 3%, 4,5% 6%, sehingga total 60 benda uji. Kemudian 60 benda

tersebut diuji menggunakan alat Marshall, dibedakan dengan benda uji AC + 0% latek, AC + 3% latek, AC + 4,5% latek, AC+ 6% latek), dan hasil hitungan didapat Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah AC+4,5% latek . Pemilihan AC + 4,5% latek berdasar kan perhitungan dan penggambar grafik yang memenuhi standard Bina Marga 2010 , contoh perhitungan dan gambar grafik diambil AC+4,5% latek sebagai berikut

Tabel .1 Contoh perhitungan Marshall (AC+4,5% Latek)

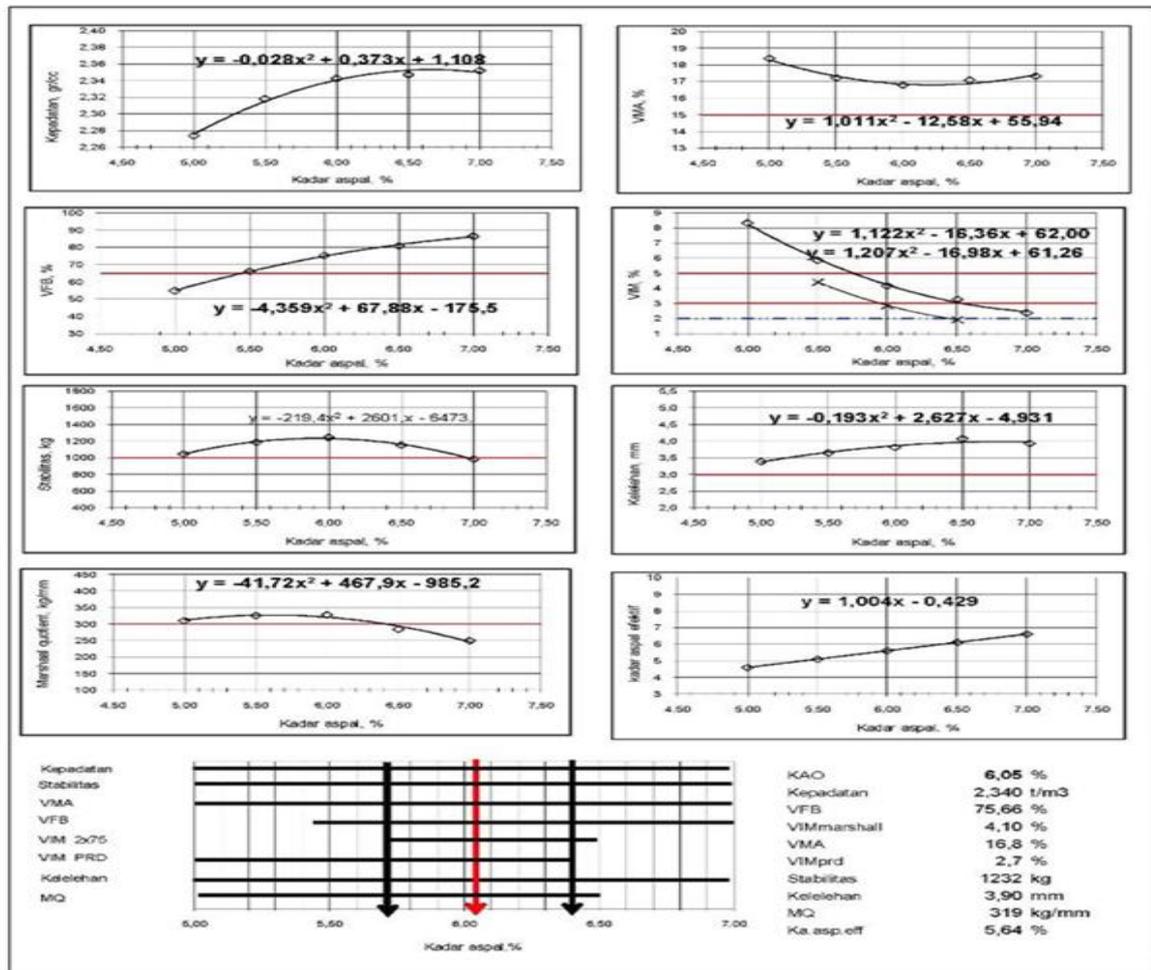
Kode Briket	Kadar Aspal		Berat Benda Uji			Isi Benda Uji	Kepadatan	Berat Jenis Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terhadap Campuran (VIM)	Rongga Terisi Aspal (VFB)	Stabilitas			Pelelehan	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif	Tebal Film Aspal
	thd Berat Agregat	thd Berat Campuran	Kering	SSD	Dalam Air							Bacaan Pada Alat	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi				
	%	%	gr	gr	gr							cc	gr/cc	%				
a	b	$c=\frac{100}{(100+b)^2}$	d	e	f	g=e-f	h=d/g	$i=100/((100-c)/v+c/w)$	$j=100-(h^* (100-c)/ju)$	$k=100-(100^2/hv)$	$l=100^*(j-k)/kj$	m	n	o=m*n	p	q=o/p	$r=\frac{c}{(w/100)^2}$	s
1		5,0	1156,4	1160,9	670,8	490,1	2,360	2,478	15,29	4,78	68,73	74	1129,2	1174,4	3,43	342,5	4,61	8,22
2		5,0	1159,2	1163,6	653,6	510,0	2,273	2,478	18,40	8,28	55,02	67	1022,4	1022,4	2,92	350,0	4,61	8,22
3		5,0	1156,4	1163,1	653,9	509,2	2,271	2,478	18,47	8,35	54,77	68	1037,7	1037,7	3,30	314,3	4,61	8,22
		5,0					<b>2,272</b>	<b>2,478</b>	<b>18,43</b>	<b>8,31</b>	<b>54,90</b>			<b>1030,1</b>	<b>3,11</b>	<b>332,1</b>	<b>4,61</b>	<b>8,22</b>
1		5,5	1157,6	1162,4	659,7	502,7	2,303	2,460	17,76	6,39	64,03	79	1205,5	1253,8	3,43	365,6	5,11	9,16
2		5,5	1158,0	1163,7	662,0	501,7	2,308	2,460	17,57	6,17	64,88	77	1175,0	1222,0	3,56	343,7	5,11	9,16
3		5,5	1158,5	1164,1	667,7	496,4	2,334	2,460	16,66	5,13	69,21	84	1281,8	1333,1	3,68	362,0	5,11	9,16
		5,5					<b>2,315</b>	<b>2,460</b>	<b>17,33</b>	<b>5,90</b>	<b>66,04</b>			<b>1269,6</b>	<b>3,56</b>	<b>357,1</b>	<b>5,11</b>	<b>9,16</b>
1		6,0	1158,6	1163,4	665,4	498,0	2,327	2,442	17,36	4,74	72,71	77	1175,0	1222,0	4,19	291,6	5,61	10,11
2		6,0	1156,9	1160,3	663,0	497,3	2,326	2,442	17,36	4,74	72,69	76	1159,8	1206,2	3,94	306,4	5,61	10,11
3		6,0	1156,1	1160,6	663,3	497,3	2,325	2,442	17,42	4,81	72,40	77	1175,0	1222,0	3,81	320,7	5,61	10,11
		6,0					<b>2,326</b>	<b>2,442</b>	<b>17,38</b>	<b>4,76</b>	<b>72,60</b>			<b>1216,7</b>	<b>3,98</b>	<b>306,2</b>	<b>5,61</b>	<b>10,11</b>
1		6,5	1153,1	1154,3	665,2	489,1	2,358	2,425	16,70	2,76	83,44	78	1190,3	1297,4	4,32	300,5	6,12	11,07
2		6,5	1157,9	1161,0	666,3	494,7	2,341	2,425	17,30	3,47	79,97	74	1129,2	1230,9	4,19	293,7	6,12	11,07
3		6,5	1158,5	1160,9	669,2	491,7	2,356	2,425	16,75	2,83	83,13	76	1159,8	1264,1	3,94	321,1	6,12	11,07
		6,5					<b>2,351</b>	<b>2,425</b>	<b>16,91</b>	<b>3,02</b>	<b>82,18</b>			<b>1264,1</b>	<b>4,15</b>	<b>305,1</b>	<b>6,12</b>	<b>11,07</b>
1		7,0	1160,1	1160,7	663,3	497,4	2,332	2,407	18,03	3,12	82,72	64	976,6	1064,5	4,32	246,5	6,62	12,05
2		7,0	1151,8	1152,7	667,8	484,9	2,375	2,407	16,52	1,33	91,95	67	1022,4	1114,4	4,57	243,8	6,62	12,05
3		7,0	1159,0	1160,0	666,0	494,0	2,346	2,407	17,54	2,54	85,51	66	1007,2	1097,8	4,45	247,0	6,62	12,05
		7,0					<b>2,339</b>	<b>2,407</b>	<b>17,79</b>	<b>2,83</b>	<b>84,11</b>			<b>1081,2</b>	<b>4,38</b>	<b>246,8</b>	<b>6,62</b>	<b>12,05</b>



Gambar 1. Grafik untuk mencari KAO AC+4,5% latek

Tabel 2. Contoh perhitungan Marshall (AC+6% Latek)

Kode Briket	Kadar Aspal		Berat Benda Uji			Isi Benda Uji	Kepadatan	Berat Jenis Campuran Maksimum (teoritis)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Terhadap Campuran (VIM)	Rongga Terisi Aspal (VFB)	Stabilitas			Pelelehan	Hasil Bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif	Tebal Film Aspal	
	thd Berat Agregat	thd Berat Campuran	Kering	SSD	Dalam Air							Bacaan Pada Alat	Kalibrasi Proving Ring	Setelah Dikoreksi					
	%	%	gr	gr	gr							cc	gr/cc	%					%
a	b	$c=100/(100-b)*b$	d	e	f	g=e-f	h=d/g	$i=100/((100-c)/v+c/w)$	$j=100*(h/(100-c))/u$	$k=100/(100*(h/v))$	$l=100*(j-k)/j$	m	n	o=m*n	p	q=o/p	$r=c-((v/100)*(100-c))$	s	
1	5,0	1162,5	1169,0	656,0	513,0	2,266	2,478	18,65	8,56	54,09	79	1205,5	1205,5	3,56	339,0	4,60	8,21		
2	5,0	1157,5	1166,8	649,2	517,6	2,236	2,478	19,72	9,76	50,48	65	991,9	991,9	4,06	244,1	4,60	8,21		
3	5,0	1160,6	1168,2	655,7	512,5	2,265	2,478	18,70	8,62	53,90	66	1007,2	1007,2	3,81	264,3	4,60	8,21		
	5,0					<b>2,265</b>	<b>2,478</b>	<b>18,67</b>	<b>8,59</b>	<b>53,99</b>				<b>1106,4</b>	<b>3,68</b>	<b>301,7</b>	<b>4,60</b>	<b>8,21</b>	
1	5,5	1160,1	1164,5	657,0	507,5	2,286	2,460	18,37	7,08	61,44	73	1114,0	1158,5	4,06	285,1	5,10	9,15		
2	5,5	1159,4	1164,7	663,1	501,6	2,311	2,460	17,46	6,05	65,36	77	1175,0	1222,0	4,32	283,0	5,10	9,15		
3	5,5	1159,9	1165,2	661,8	503,4	2,304	2,460	17,72	6,34	64,20	75	1144,5	1190,3	3,81	312,4	5,10	9,15		
	5,5					<b>2,308</b>	<b>2,460</b>	<b>17,59</b>	<b>6,19</b>	<b>64,78</b>				<b>1206,2</b>	<b>4,06</b>	<b>297,7</b>	<b>5,10</b>	<b>9,15</b>	
1	6,0	1157,1	1160,0	664,1	495,9	2,333	2,442	17,11	4,46	73,92	82	1251,3	1301,4	4,70	276,9	5,61	10,11		
2	6,0	1157,5	1159,2	664,0	495,2	2,337	2,442	16,97	4,29	74,69	81	1236,1	1285,5	4,45	289,2	5,61	10,11		
3	6,0	1157,5	1161,0	663,2	497,8	2,325	2,442	17,40	4,79	72,45	75	1144,5	1190,3	4,57	260,3	5,61	10,11		
	6,0					<b>2,332</b>	<b>2,442</b>	<b>17,16</b>	<b>4,52</b>	<b>73,69</b>				<b>1259,1</b>	<b>4,57</b>	<b>275,5</b>	<b>5,61</b>	<b>10,11</b>	
1	6,5	1159,5	1160,6	665,9	494,7	2,344	2,425	17,18	3,34	80,58	76	1159,8	1264,1	4,57	276,5	6,11	11,07		
2	6,5	1156,6	1157,8	666,5	491,3	2,354	2,425	16,82	2,91	82,69	76	1159,8	1264,1	4,83	261,9	6,11	11,07		
3	6,5	1157,0	1158,2	664,1	494,1	2,342	2,425	17,26	3,43	80,14	74	1129,2	1230,9	4,70	261,9	6,11	11,07		
	6,5					<b>2,347</b>	<b>2,425</b>	<b>17,09</b>	<b>3,23</b>	<b>81,13</b>				<b>1253,0</b>	<b>4,70</b>	<b>266,8</b>	<b>6,11</b>	<b>11,07</b>	
1	7,0	1152,9	1154,3	663,3	491,0	2,348	2,407	17,48	2,47	85,89	71	1083,5	1181,0	5,08	232,5	6,61	12,04		
2	7,0	1156,8	1157,6	664,2	493,4	2,345	2,407	17,60	2,61	85,16	71	1083,5	1181,0	5,33	221,4	6,61	12,04		
3	7,0	1158,5	1158,9	664,6	494,3	2,344	2,407	17,63	2,65	84,98	70	1068,2	1164,3	4,95	235,1	6,61	12,04		
	7,0					<b>2,345</b>	<b>2,407</b>	<b>17,57</b>	<b>2,58</b>	<b>85,34</b>				<b>1175,4</b>	<b>5,12</b>	<b>229,7</b>	<b>6,61</b>	<b>12,04</b>	



Gambar 2. Grafik untuk mencari KAO AC+6% latek

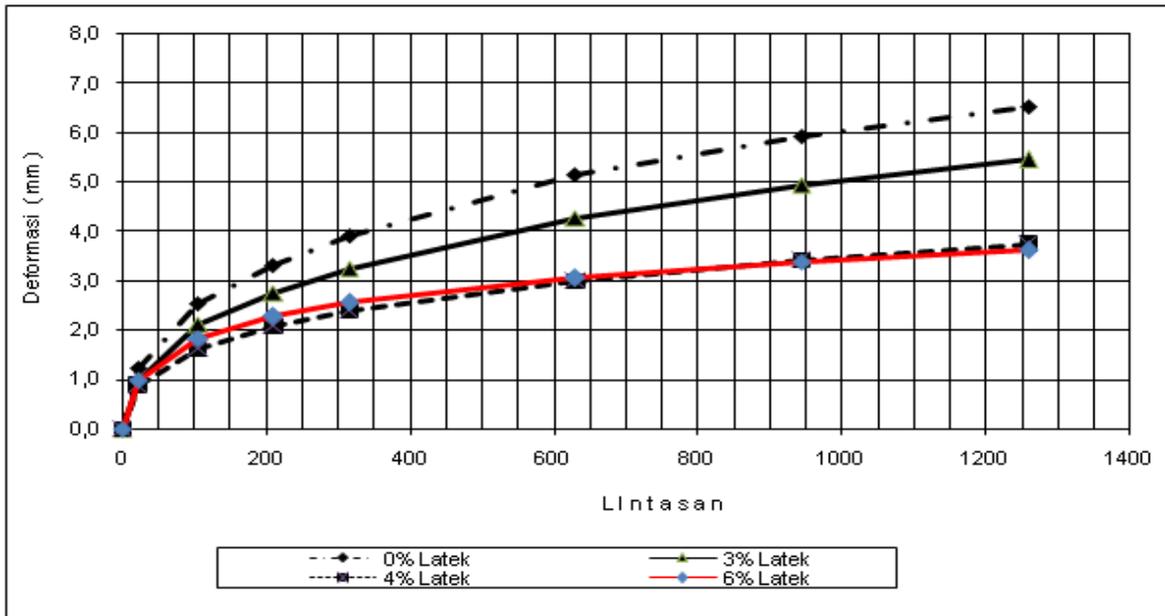
**Tabel 3.** Rekapitan perhitungan Marshall

Karakteristik Campuran	ACWC 0% Latek	ACWC 3% Latek	ACWC 4.5% Latek	ACWC 6% Latek	Spesifikasi (2010 rev- 2)	Satuan
Kadar aspal optimum	<b>5,95</b>	<b>6,05</b>	<b>6,15</b>	<b>6,20</b>	-	%
Kepadatan	2,347	2,340	2,340	2,341	-	gr/cc
Rongga terisi aspal (VFB)	75,23	75,66	76,35	76,88	min. 65	%
Rongga dalam campuran (VIM) marshall	4,11	4,10	4,02	3,94	3 - 5	%
Rongga diantara agregat (VMA)	16,5	16,8	17,0	17,1	min. 15	%
Rongga dalam campuran (VIM) PRD	2,8	2,7	2,5	2,7	min. 2	%
Stabilitas	980	1232	<b>1271</b>	1259	min. 800 & 1000	kg
Kelelahan	3,64	3,90	4,04	4,63	min. 3	mm
Marshall quotient	271	319	319	274	min. 250 & 300	kg/mm
Kadar aspal efektif	5,47	5,64	5,76	5,81	min. 5.3	%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran (ACWC +4,5% latek) dan (ACWC+ 6% latek) menghasilkan nilai Kadar aspal optimum , Stabilitas, Flow(kelelahan),VFB dan VIM nilainya memenuhi standar Bina Marga (2010 –rev-2) yang dipakai.

**Tabel 4.** Hasil pengujian WTM

	Passing	Jenis contoh uji				Satuan
		0% Latek	3% Latek	4.5% Latek	6% Latek	
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	mm
1	21	1.21	0.99	0.89	0.99	mm
5	105	2.54	2.12	1.62	1.83	mm
10	210	3.32	2.76	2.08	2.28	mm
15	315	3.90	3.25	2.39	2.56	mm
30	630	5.14	4.28	2.99	3.05	mm
45	945	5.94	4.95	3.42	3.38	mm
60	1260	6.54	5.45	3.75	3.62	mm
DO = Ren Awal		3.77	3.45	2.43	2.66	mm
RD = Kecepatan Deformasi		0.040	0.033	0.022	0.016	mm/menit
DS = Dinamis Stabilitas		1050.0	1260.0	1909.1	2625.0	lintasan/mm



Gambar 3. Grafik hub antara lintasan dan Defomasi

Tabel 5. Hasil Perhitungan Pengujian Fatigue

<b>CAMPURAN ACWC + 0% LATEK</b>									
No.	Load Cycle	Applied Load	Beam Deflection	Tensile Stress	Tensile Strain	Flexural Stiffness	Phase Angle	Discipated Energy	Cumulative Discipated Energy
		N	mm	MPa	( $\mu\epsilon$ )	MPa	degree	J/m <sup>2</sup>	J/m <sup>2</sup>
1	43930	0.9175	0.2632	1892	499	3796	32.0	2.011	50.878
2	20290	1.0802	0.3176	2274	601	3783	34.0	2.936	34.875
3	12720	1.1258	0.3681	2393	699	3424	34.3	3.609	26.591

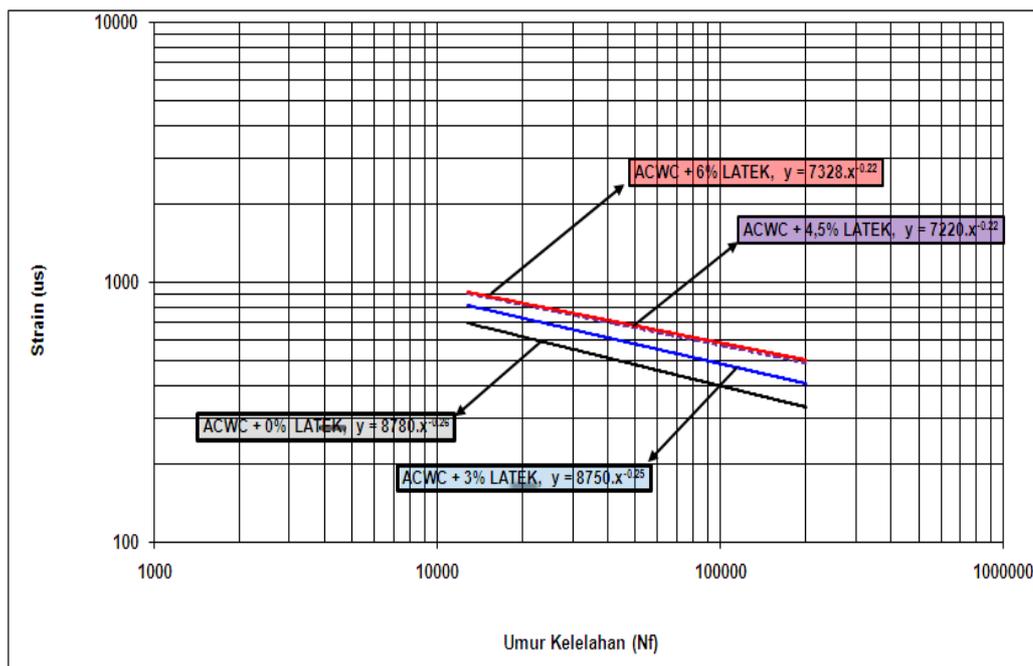
<b>CAMPURAN ACWC + 3% LATEK</b>									
No.	Load Cycle	Applied Load	Beam Deflection	Tensile Stress	Tensile Strain	Flexural Stiffness	Phase Angle	Discipated Energy	Cumulative Discipated Energy
		N	mm	MPa	( $\mu\epsilon$ )	MPa	degree	J/m <sup>2</sup>	J/m <sup>2</sup>
1	88440	0.6162	0.2633	1312	501	2617	31.8	1.373	64.854
2	39990	0.7504	0.3197	1615	600	2695	34.3	2.051	44.320
3	23250	0.9476	0.3680	1956	703	2783	34.1	2.857	36.140

<b>CAMPURAN ACWC + 4.5% LATEK</b>									
No.	Load Cycle	Applied Load	Beam Deflection	Tensile Stress	Tensile Strain	Flexural Stiffness	Phase Angle	Discipated Energy	Cumulative Discipated Energy
		N	mm	MPa	( $\mu\epsilon$ )	MPa	degree	J/m <sup>2</sup>	J/m <sup>2</sup>
1	161550	0.5074	0.2674	1082	500	2162	32.4	1.131	97.277
2	91310	0.6910	0.3124	1396	601	2321	33.1	1.779	83.874
3	36770	0.6971	0.3658	1450	699	2073	35.4	2.151	42.693

<b>CAMPURAN ACWC + 6% LATEK</b>									
No.	Load Cycle	Applied Load	Beam Deflection	Tensile Stress	Tensile Strain	Flexural Stiffness	Phase Angle	Discipated Energy	Cumulative Discipated Energy
		N	mm	MPa	( $\mu\epsilon$ )	MPa	degree	J/m <sup>2</sup>	J/m <sup>2</sup>
1	200290	0.6680	0.2604	1363	500	2724	32.7	1.456	146.368
2	83380	0.8600	0.3139	1749	600	2915	32.6	2.220	95.163
3	43390	0.8946	0.3733	1893	701	2700	35.4	2.819	64.456



**Gambar 4.** Grafik Hasil Pengujian Fatigue

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian Wheel Tracking Machine (WTM) dengan membandingkan nilai Stabilitas Dinamis yang paling besar = 2625,0 dalam satuan lintas/mm dan Kecepatan Deformasi yang paling = 0,016 mm/menit dan hasil pengujian Fatigue dengan melihat siklus atau persamaan dari kemiringan grafik dari tiap jenis campuran misalnya ACWC+4,5% latek maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan latek sebesar 4,5% sampai 6% dari Kadar Aspal Optimum (KAO) bisa digunakan campuran Perkerasan Hot Mix Aspal (HMA) untuk ACWC atau lapisan wearing Course.

## SARAN

Dalam penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan ditambahkan 7% latek, 7,5% dan 8% latek untuk membuktikan bahwa menambah latek sebanyak (7%) – (7,5%) dan (8%)

## DAFTAR PUSTAKA

- Manual Pemeriksaan Badan Jalan*, No 01/MN/BM/1976, Direktorat Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)* No 13/PT/B/1983, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
- Pedoman Penggunaan Aspal Karet Dalam Campuran Beraspal secara Panas*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum

- Puri Nurani,(2011), Indeks Efektifitas Metode De' Garmo Untuk Mencari Pengaruh Penggunaan Proporsi Karet Latek Terhadap Kinerja Campuran Hot Rolled Sheet,Jurnal Internasional FSTPT-14,Pekan Baru
- Puri Nurani,(2012), Peningkatan Kualitas Aspal Menggunakan Latek Kkk-60 Untuk Campuran Perkerasan Permukaan Jalan Raya, Jurnal Nasional FSTPT – Padang Mei 2012
- Puri Nurani,(2012), Menentukan Pengaruh Penggunaan Karet Latek Terhadap Karakteristik Campuran Hot Mix Dengan Cara Minitab Dan Contur Plot, 15<sup>th</sup>- FSTPT, STTD - Bekasi, November 23-24, 2012

# PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PENGGANTI TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN SUPERPAVE

**Miftahul Fauziah**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang Km 14,5  
Kampus Terpadu UII, Yogyakarta,  
55584  
Telp: (0274) 898444  
[miftahul.fauziah@uii.ac.id](mailto:miftahul.fauziah@uii.ac.id)

**Berlian Kushari**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang Km 14,5  
Kampus Terpadu UII, Yogyakarta,  
55584  
Telp: (0274) 898444  
[bkushari@uii.ac.id](mailto:bkushari@uii.ac.id)

**Fauzan Ranski**  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Islam Indonesia  
Jln. Kaliurang Km 14,5,  
Kampus Terpadu UII, Yogyakarta,  
55584  
Telp: (0274) 898444  
[fauzanranski89@gmail.com](mailto:fauzanranski89@gmail.com)

## Abstract

The increasing development and maintenance of pavement infrastructure result in increasing demand for materials to be used, including the fillers. The use of fillers in asphalt concrete mixtures is very limited in amount but contributes to considerable effects on the performance of the mixtures. A general problem faced in the production of fillers obtained from stone crushing is that it can only produce a substantially less volume than needed; hence the efforts to find alternative sources for fillers. Bagasse ashes are one of solid residual wastes produced as the byproduct of the process of sugar cane heating. This paper presents the results of laboratory works devoted to evaluating the use of bagasse ashes as fillers in a Superpave mixture. Laboratory tests were carried out in three stages. Firstly, physical property tests were run. Secondly, a series of optimum bitumen content for mixtures with 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of bagasse ashes portion to the total portion of fillers were determined respectively. Lastly, Marshall Characteristics were measured and immersion tests were conducted upon the mixtures. Results showed that, in general, sampled bagasse ashes were suitable as fillers for the Superpave mixture. The greater the percentage of bagasse ashes corresponds to the lower values of stability, VITM, VMA, and the higher values of flow, VFWA, MQ and Index of Retained Strength. Higher proportion of bagasse ashes requires higher optimum bitumen content.

**Keywords:** *filler, bagasse ash, Marshall, and Superpave.*

## Abstrak

Pembangunan infrastruktur perkerasan jalan baru maupun pemeliharaan jalan lama semakin meningkat yang berakibat pada meningkatnya permintaan material yang digunakan, termasuk diantaranya adalah permintaan *filler*. Kebutuhan penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal sangat sedikit jumlahnya, namun memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kinerja campuran. Permasalahan umum yang terjadi di lapangan adalah dalam produksi pemecahan batu hanya menghasilkan *filler* yang sangat terbatas jumlahnya dan sering tidak seimbang dengan permintaan. Upaya mencari alternatif *filler* pengganti menjadi sangat urgen untuk dilakukan. Salah satu limbah padat yang masih sangat terbatas dimanfaatkan penggunaannya adalah abu ampas tebu yang merupakan material buangan pada proses pemanasan dalam produksi tebu. Paper ini menyajikan hasil penelitian laboratorium untuk mengetahui kelayakan abu ampas tebu sebagai *filler* pengganti pada campuran *Superpave*. Pengujian laboratorium dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap pertama melakukan uji sifat fisik bahan, Tahap kedua mencari kadar aspal optimum pada masing-masing proporsi penggantian *filler* abu ampas tebu, yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap total *filler* yang dibutuhkan. Tahap ketiga melakukan uji *Marshall* standar dan *Immersion* pada kadar aspal optimum. Hasil studi menunjukkan bahwa secara umum abu ampas tebu layak digunakan sebagai *filler* pengganti untuk campuran *Superpave*. Semakin besar persentase penggantian *filler* debu batu Clereng oleh abu ampas tebu ke dalam campuran *Superpave* menghasilkan nilai stabilitas, VITM, VMA yang semakin menurun, sedangkan nilai *flow*, VFWA, MQ dan *Index of Retained Strength* campuran yang semakin tinggi. Semakin besar proporsi abu ampas tebu semakin besar pula kadar aspal optimum yang dibutuhkan.

**Kata Kunci:** *filler, abu ampas tebu, Marshall, dan Superpave.*

## PENDAHULUAN

Semakin majunya perkembangan pembangunan saat ini menyebabkan kebutuhan akan penggunaan jalan amatlah penting, baik untuk masyarakat yang berada di perkotaan maupun di pedesaan, terlebih dalam pemenuhan perekonomian masyarakat yang diharapkan dapat menciptakan keselarasan dan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan volume lalu lintas memberikan dampak terhadap permintaan untuk membangun infrastruktur perkerasan jalan dan pemakaian material yang digunakan, termasuk diantaranya adalah permintaan *filler*. Kebutuhan penggunaan *filler* dalam campuran beton aspal sangat sedikit jumlahnya, namun memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kinerja campuran. Permasalahan umum yang terjadi di lapangan adalah dalam produksi pemecahan batu hanya menghasilkan *filler* yang sangat terbatas jumlahnya dan sering tidak seimbang dengan permintaan. Upaya mencari alternatif *filler* pengganti menjadi sangat urgen untuk dilakukan. Proses pemecahan batu di *quarry* sangat dipengaruhi oleh kekerasan batuan dan kualitas peralatan pemecah batu, sehingga seringkali menghasilkan ketidak seimbangan jumlah antara agregat kasar, agregat halus dan *filler*.

*Filler* atau bahan pengisi penggunaannya dalam campuran beton aspal sangat sedikit, namun manfaatnya sangat baik, antara lain yaitu sebagai bahan pengisi rongga (*void*), *filler* sebagai bagian dari agregat, *filler* akan mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Disamping itu *filler* juga dapat berfungsi meningkatkan daya ikat (kohesi) aspal beton, sehingga dapat memperbaiki stabilitas campuran dan memperkecil penurunan/kelelahan plastis (*flow*). Apabila bercampur dengan aspal *filler* akan membentuk bahan pengikat yang berkonsistensi tinggi sehingga mengikat butiran lebih kuat dibandingkan tidak menggunakan *filler*. Pemberian *filler* pada campuran aspal lapis keras akan memberikan kadar pori yang kecil karena partikel *filler* akan mengisi rongga-rongga pada campuran aspal. Butir pengisi bersama dengan aspal akan membentuk gel yang akan bekerja untuk mengikat agregat halus dengan mengubah nilai stabilitasnya (Bina Marga, 1987)

Pada tahun 1987 *Strategic Highway Research Program (SHRP)* melakukan penelitian tentang kemampuan dan durabilitas jalan di Amerika. Produk akhir penelitian ini adalah suatu campuran panas agregat aspal yang dikenal dengan nama *superpave*. Campuran ini diharapkan dapat mencegah terjadinya deformasi plastis dan retak akibat lelah (*fatigue*). Campuran panas aspal agregat jenis *superpave* adalah suatu campuran agregat dan aspal yang dicampur dalam keadaan panas pada suhu dan komposisi tertentu, dimana gradasi agregat mempunyai ciri-ciri utama yaitu adanya titik kontrol dari batas gradasi dan daerah penolakan yang harus dihindari oleh target gradasi.

Abu pembakaran ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni, ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan *boiler* dengan suhu 550°-600°C dengan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya. (Batubara, 2009).

Pabrik Gula Madukismo yang terletak di Desa Padokan, Tirtonimolo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta memiliki lahan seluas 4.972 hektar, terletak tersebar di Yogyakarta dan Jawa Tengah, menghasilkan rata-rata gula 40 ribu ton pertahun, dan menghasilkan limbah abu ampas tebu sebanyak 353, 20 ton ampas tebu per tahun. Limbah ampas tebu ini selanjutnya dimanfaatkan oleh pabrik sebagai bakar bakar pada pemanasan *boiler* pada proses produksi gula pasir dan menghasilkan limbah lagi berupa abu ampas tebu. Kandungan utama dari abu ampas tebu adalah silika ( $\text{SiO}_2$  70,97%) dan  $\text{Na}_2\text{O}$  sebesar 22,

27 %, dan sedikit unsur unsur lain antara lain  $K_2O$  (4,82%),  $C_5H_8O_4$  (0,9%), Magnesium ( $MgO$ ) sebesar 0,82%,  $Al_2O_3$  dan  $Al_2O_3$  Amasing masing sebesar 0,36 % ( Hernawati dan Indarto, 2010). Disamping fungsinya sebagai bahan pengisi dalam struktur agregat, kandungan silika, besi oksida, aluminium oksida, kalsium oksida, dan magnesium oksida yang terdapat pada abu ampas tebu apabila bercampur dengan aspal akan membentuk reaksi senyawa yang membuat campuran menjadi keras dan kaku.

Studi tentang pemanfaatan limbah abu ampas tebu ini telah banyak diteliti antara lain pemanfaatannya sebagai bahan konstruksi untuk beton (Naga dan Sunaryo, 2003) maupun paving blok (Setiawan, 2012), Keramik (Hananfi dan Nandang, 2010) dan beton normal (Satwarnirat, dkk, 2006), sedangkan untuk campuran beton aspal antara lain oleh Muchtar (2011), Himawan dan Mulia (2013) sebagai filler untuk campuran HRS, Masato (2013) sebagai aditif untuk campuran HRS-WC, dan Baikhuni (2013) sebagai bahan tambah untuk campuran HRA. Secara umum hasil studi tersebut menyatakan bahwa abu ampas tebu dapat dipergunakan sebagai bahan konstruksi beton, paving blok maupun beton aspal dan mempunyai pengaruh positif terhadap karakteristik campuran, antara lain yaitu meningkatkan stabilitas dan keawetan, serta kerapatan campuran (Himawan dan Mulia, 2013; Masato, 2013; dan Baikhuni, 2013). Adapun publikasi tentang penggunaan abu ampas tebu sebagai filler pengganti untuk campuran superpave masih sangat terbatas.

Paper ini menyajikan tentang hasil studi eksperimen laboratorium untuk menganalisis kelayakan abu ampas tebu (AAT) untuk dimanfaatkan sebagai *filler* pengganti pada campuran *Superpave* dan untuk mengetahui kualitas dan kinerja campuran *Superpave* yang menggunakan abu ampas tebu sebagai *filler* pengganti, dengan menggunakan gradasi campuran superpave, dengan analisis karakteristik *Marshall* sesuai spesifikasi Bina Marga (2010).

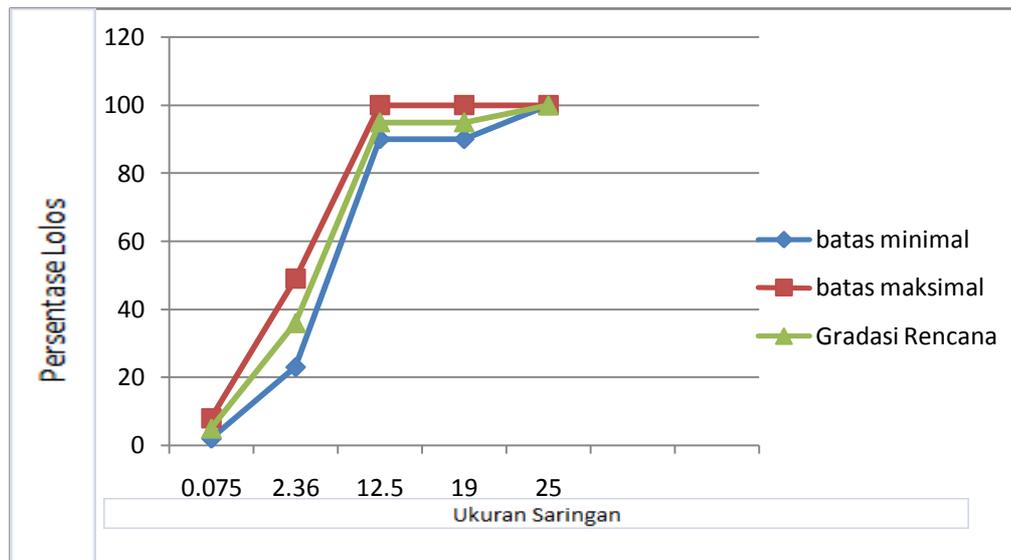
## **METODE PENELITIAN**

Material yang akan digunakan sebagai bahan campuran dengan gradasi Superpave terdiri dari campuran agregat dan aspal. Agregat kasar, agregat halus dan filler berupa debu batu berasal dari hasil pengolahan agregat, Clereng, Yogyakarta, sedangkan filler pengganti berasal dari abu ampas tebu diperoleh dari abu limbah buangan pada proses pengolahan gula oleh PT Madukismo, Yogyakarta. Gradasi rencana menggunakan gradasi tengah yang mengacu pada gradasi yang digunakan dalam campuran Superpave, ukuran 19 mm, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Proporsi AAT sebagai filler (pengganti) yaitu sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari jumlah kebutuhan filler debu batu Clereng. Mengingat ketidakterersediaan peralatan pengujian sesuai prosedur standar Superpave (SHRP, 1994), maka seluruh pengujian karakteristik campuran diuji dengan metode Marshall.

**Tabel 1.** Batas Gradasi Agregat Campuran *Superpave* Ukuran 19 Mm

Ukuran saringan			Spesifikasi		Jumlah Persen (%)	
			Min	Max	Lolos	Tertahan
1 1/2 "	37,5	mm				
1 "	25	mm	100	100	100	0.0
3/4 "	19	mm	90	100	95	5.0
1/2 "	12,5	mm	90	100	95	5.0
No. 8	2,36	mm	23	49	36	64.0
No. 200	0,075	mm	2	8	5	95.0
pan			0	0	0	100.0

Sumber: *SHRP A-407* (1994)



**Gambar 1.** Grafik Gradasi Agregat *Superpave* Ukuran 19 Mm

Aspal yang digunakan adalah AC 60/70 produksi dari Pertamina. Kadar aspal optimum diperoleh dari pengujian *Marshall* (SNI 03-2489-1991). masing-masing proporsi penggunaan abu ampas tebu dengan 5 variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% terhadap berat total campuran. Masing-masing proporsi dan kadar aspal dibuat sebanyak 3 sampel yang kemudian dirata-rata.

*Immersion Test* atau uji perendaman *Marshall* bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh air, suhu, dan cuaca. Pengujian ini pada prinsipnya sama dengan pengujian *Marshall* standar, hanya waktu perendaman saja yang berbeda. Benda uji pada *Immersion Test* direndam selama 24 jam pada suhu konstan 60°C kemudian uji *Marshall* dilakukan untuk mendapatkan stabilitas campuran. *Index of retained strength* menunjukkan kekuatan yang masih dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman, yaitu perbandingan nilai stabilitas setelah direndam selama 24 jam dengan nilai stabilitas yang direndam dalam kondisi standar yaitu selama 30 menit.

Analisis statistik *paired-samples T test* dilakukan untuk menguji ada tidaknya signifikansi perbedaan karakteristik *Marshall* campuran dengan substitusi abu ampas tebu sebagai *filler*.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

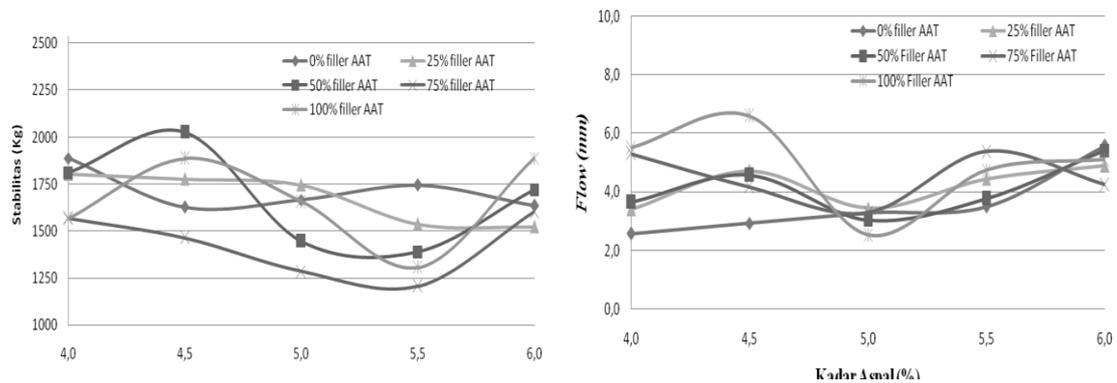
Hasil pengujian karakteristik fisik dari *filler* yang berasal dari abu ampas tebu dan debu batu dari pengolahan batuan Clereng ditunjukkan pada Tabel 2. Perbedaan karakteristik tersebut mempengaruhi hasil kadar aspal optimum maupun karakteristik Marshal campuran. Kadar aspal optimum digunakan untuk mendapatkan karakteristik nilai *Marshall Stability* dan *Index of retained strength*, dapat dilihat pada Tabel 4 sampai dengan 6 dan Gambar 1 sampai dengan 5 dibawah ini.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Debu Batu Clereng dan *Filler* Abu Ampas Tebu

No	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil Pengujian	
			Abu ampas tebu	Debu batu Clereng
1	Berat Jenis	>2,5	1,83	2,64
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3	2,94	1,73

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan sifat fisik yang cukup besar antara AAT dan debu batu dari Clereng yang berasal dari pengolahan batu, baik dari berat jenis maupun penyerapannya. Perbedaan berat jenis akan berakibat pada campuran aspal beton yang menggunakan *filler* AAT pada berat yang sama akan mempunyai volume yang lebih besar. Dengan semakin besar volumenya akan mengakibatkan luas permukaan butiran agregat dalam campuran semakin besar, sehingga kebutuhan aspal untuk mengikat butiran antar agregat juga semakin besar. Disamping itu semakin besar volume juga berarti semakin besar pula *filler* yang dapat mengisi celah diantara agregat, sehingga campuran menjadi semakin rapat. Besarnya penyerapan agregat terhadap air juga akan mempengaruhi besarnya aspal yang dibutuhkan dalam campuran aspal beton. Semakin besar nilai penyerapan agregat terhadap air mengindikasikan semakin besar juga aspal yang mampu diserap oleh batuan, sehingga semakin besar juga aspal yang dibutuhkan dalam campuran aspal beton. Perbedaan sifat fisik kedua jenis *filler* ini selanjutnya berpengaruh terhadap karakteristik *Marshall* seperti diuraikan pada bagian berikut.

Gambar 2 menyajikan grafik hubungan antara nilai stabilitas dan *flow* pada berbagai kadar aspal untuk semua proporsi penggantian *filler* debu batu Clereng oleh abu ampas tebu.

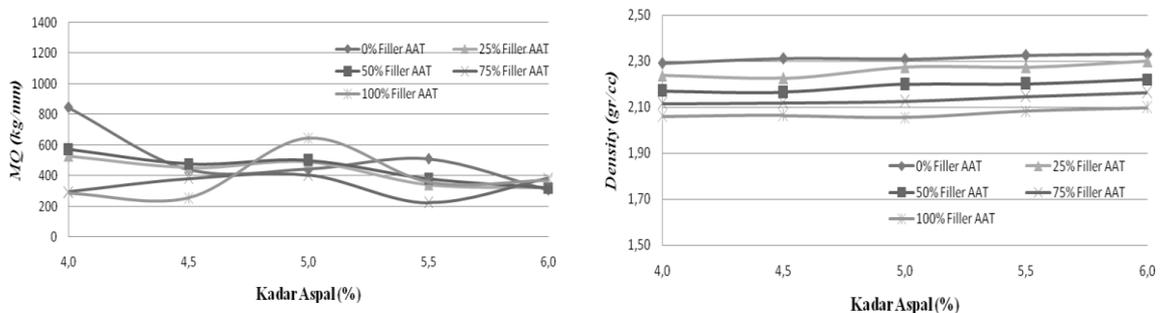


**Gambar 2.** Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai Stabilitas dan Flow

Secara umumnya nilai stabilitas meningkat pada penambahan kadar aspal sampai nilai maksimum, setelah itu penambahan aspal justru berakibat menurunkan nilai stabilitas, meskipun demikian trend ini tidak terlihat pada campuran yang menggunakan 100% filler pengganti AAT. Pada kadar aspal yang sama campuran yang menggunakan lebih banyak AAT sebagai filler pengganti memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh perbedaan berat jenis debu batu dengan AAT. Pada berat yang sama, campuran yang menggunakan filler AAT mempunyai volume yang lebih besar, sehingga mengakibatkan luas permukaan butiran agregat dalam campuran semakin besar dan sebagai konsekuensinya kebutuhan aspal untuk mengikat butiran antar agregat juga semakin besar, akibatnya pada jumlah aspal yang sama luas permukaan yang terselimuti semakin rendah dan menurunkan ketahanannya terhadap deformasi.

Dari Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa nilai flow cenderung meningkat dengan bertambahnya jumlah aspal. Semakin tinggi nilai flow suatu campuran, maka semakin tinggi pula fleksibilitas campuran perkerasan. Pada kadar aspal yang sama campuran dengan proporsi AAT lebih tinggi memiliki nilai flow yang lebih rendah. Sejalan dengan uraian diatas, bahwa pada campuran yang menggunakan AAT lebih tinggi volume butiran semakin besar, sehingga semakin banyak butiran filler yang dapat mengisi celah diantara agregat, sehingga campuran menjadi semakin rapat dan kaku dan memiliki nilai deformasi yang lebih rendah.

Nilai *Marshall Quotient* merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dengan nilai flow, yang pada umumnya dapat digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai *Marshall Quotient* dan *density* campuran pada berbagai kadar aspal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.

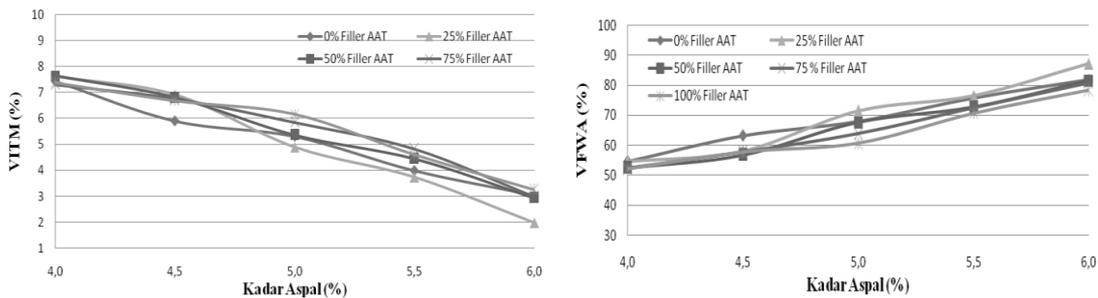


**Gambar 3.** Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient* dan *Density*

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa secara umum campuran yang menggunakan lebih besar *filler* AAT mempunyai nilai *marshall quotient* yang lebih rendah, yang berarti campuran cenderung lebih kaku dan rendah fleksibilitasnya. Sejalan dengan uraian sebelumnya, kemungkinan besar hal ini disebabkan karena pengaruh berat jenis bahan AAT yang menyebabkannya. Disamping itu campuran antara aspal dengan *filler* AAT juga dapat membentuk mastik yang membuat aspal menjadi lebih keras sehingga campuran menjadi lebih kaku.

Gambar 3 menunjukkan pula bahwa nilai *density* semakin meningkat dengan bertambahnya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran yang menggunakan proporsi AAT lebih besar, memiliki nilai *density* yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena bahan *filler* abu ampas tebu mempunyai berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan debu batu sehingga pada berat yang sama, berat isinya menjadi lebih rendah.

VITM (*voids in the mix*) adalah prosentase rongga udara dalam campuran terhadap total volume campuran agregat dan aspal, sedangkan nilai VFWA (*voids filled with asphalt*) menunjukkan besarnya rongga yang terisi aspal. Grafik hubungan antara nilai VITM dan nilai VFWA pada berbagai kadar aspal dan kadar *filler* AAT ditunjukkan pada Gambar 4. Dari Grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai VITM semakin menurun dengan bertambahnya kadar aspal, sebaliknya nilai VFWA semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh fungsi aspal selain sebagai bahan ikat, juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran, sehingga semakin bertambah aspal maka campuran semakin rapat dan rongga terisi aspal semakin tinggi.



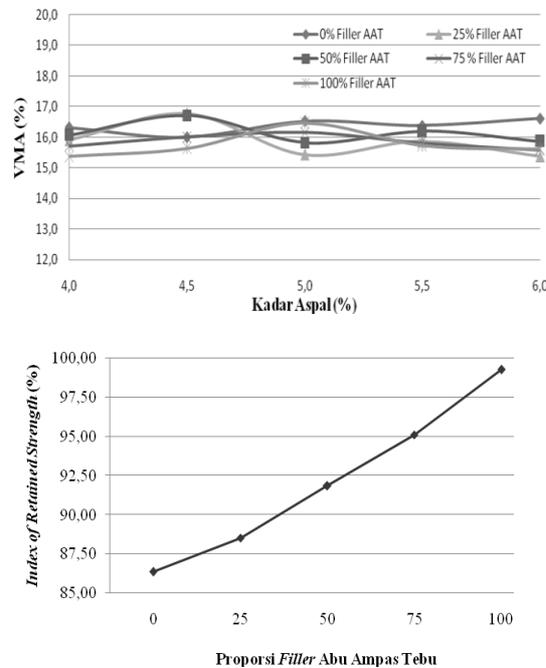
**Gambar 4.** Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VITM dan VFWA

Pada jumlah aspal yang sama terlihat bahwa campuran yang menggunakan AAT lebih banyak memiliki rongga yang semakin kecil dan rongga yang terisi aspal semakin besar. Penurunan jumlah rongga dalam campuran ini diakibatkan oleh perbedaan berat jenis AAT yang lebih rendah dari debu batu sehingga pada berat yang sama, memiliki volume butiran yang lebih besar, sehingga lebih banyak rongga yang bisa diisi, dan sebagai konsekuensi maka campuran menjadi semakin rapat, dan rongga terisi aspal semakin besar.

Besarnya persentase pori antara butir-butir agregat dalam campuran atau persentase rongga yang tersedia untuk ditempati aspal dan udara dinyatakan sebagai nilai VMA (*voids in mineral aggregate*). Besarnya nilai VMA dapat juga mengindikasikan ketebalan selimut aspal pada agregat. Semakin tinggi nilai VMA maka kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, sehingga berpengaruh juga terhadap nilai *indeks of retained strength* (IRS), yang dapat mengindikasikan keawetan atau durabilitas campuran. Selain dipengaruhi oleh besarnya nilai VMA durabilitas campuran juga dipengaruhi oleh kerapatan campuran. Besarnya nilai VMA tiap jenis campuran pada berbagai kadar aspal dan nilai IRS pada kadar aspal optimum tiap jenis campuran disajikan pada Gambar 5.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada kadar aspal yang sama nilai VMA semakin rendah dengan penambahan proporsi AAT. Hal ini disebabkan karena campuran dengan proporsi AAT lebih tinggi memiliki jumlah volume butiran yang semakin besar yang harus diselimuti oleh aspal, sehingga ketebalan selimut aspal semakin rendah. Disamping itu AAT memiliki penyerapan yang lebih besar dibandingkan dengan debu batu sehingga semakin banyak aspal yang diserap menyebabkan sisa aspal yang dapat menyelimuti aspal semakin rendah.

Meskipun memiliki selimut aspal lebih tipis, namun karena campuran dengan proporsi AAT lebih tinggi lebih rapat (VITM lebih rendah) maka campuran lebih kedap, sehingga ketahanannya terhadap gangguan air menjadi lebih tinggi, sebagaimana digambarkan pada grafik tersebut. Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai *index of retained strength* semakin meningkat dengan bertambahnya proporsi *filler* AAT. Hal ini menunjukkan bahwa campuran yang mengandung AAT lebih tinggi memiliki ketahanan lebih tinggi untuk mempertahankan kekuatannya terhadap perendaman. Hal ini disebabkan karena campuran dengan proporsi AAT lebih tinggi lebih rapat (VITM lebih rendah dan VFWA lebih tinggi).



**Gambar 5.** Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dengan Nilai VMA dan IRS

Berdasarkan nilai nilai karakteristik *Marshall* seperti telah dibahas sebelumnya, kadar aspal optimum campuran selanjutnya dapat ditentukan berdasarkan nilai nilai yang memenuhi spesifikasi campuran sesuai kriteria BinaMarga (2010). Adapun rekapitulasi kadar aspal optimum disajikan pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Kadar Aspal Optimum

No.	Kadar <i>Filler</i> Abu Ampas Tebu	Kadar Aspal Optimum (%)
1	0%	5,08
2	25%	5,20

No.	Kadar <i>Filler</i> Abu Ampas Tebu	Kadar Aspal Optimum (%)
3	50%	5,35
4	75%	5,53
5	100%	5,63

Berdasarkan Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa semakin besar persentase penggantian *filler* AAT kedalam campuran aspal menghasilkan kadar aspal optimum yang semakin meningkat. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, perbedaan kebutuhan jumlah aspal ini terutama disebabkan oleh perbedaan sifat fisik *filler* AAT dan debu batu, yaitu perbedaan berat jenis dan penyerapan. Campuran dengan proporsi AAT lebih tinggi membutuhkan jumlah aspal lebih banyak karena campuran dengan AAT lebih tinggi memiliki jumlah butiran yang lebih besar dan penyerapan yang lebih tinggi.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, beberapa simpulan dapat diambil sebagai berikut.

1. Abu ampas tebu layak dan dapat digunakan sebagai campuran dengan gradasi *Superpave*, karena menghasilkan campuran dengan karakteristik campuran yang memenuhi semua persyaratan Bina Marga 2010.
2. Semakin besar persentase penggantian abu ampas tebu ke dalam campuran menghasilkan perubahan karakteristik *Marshall*, yaitu menurunkan nilai stabilitas, VITM, *flow*, VMA dan menaikkan nilai VFWA, dan MQ. Meskipun campuran yang menggunakan *filler* AAT memiliki stabilitas yang lebih rendah, namun campuran lebih rapat, lebih kaku dan memiliki durabilitas yang lebih tinggi.
3. Semakin besar proporsi AAT ke dalam campuran, semakin besar pula kebutuhan aspal optimum yang dibutuhkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baikhuni, M. (2013). Kajian Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap HRA. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- BinaMarga. (2010). *Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pem borongan) Untuk Kontrak Harga Satuan Bab VII Spesifikasi Umum*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Republik Indonesia.
- Bina Marga. (1987). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON)*. Yayasan Penerbit PU. Jakarta.
- Hanafi, S. dan Nandang, R. (2010). Studi Pengaruh Bentuk Silika dari Abu Ampas Tebu terhadap Kekuatan Produk Keramik, *Jurnal Kimia Indonesia*. Vol 5 No 1. h.35-38.
- Himawan, F. dan Mulia, B. (2013). Pemanfaatan limbah abu Ampas Tebu Sebagai Filler Pengganti untuk Campuran Jenis “*Hot Rolled Sheet– Wearing Course*“. e-Journal S1. Universtas Diponegoro. Semarang.
- Hernawati, NS., & Indarto, DP (2010). Pabrik Silika dari Abu Ampas Tebu dengan Proses Presipitasi, *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

- Masato, D. (2013). Kajian Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap HRS-WC. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Muchtar. (2011). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Filler terhadap Karakteristik Campuran Aspal. *Majalah Ilmiah AI-Jibra*. Makasar.
- Naga, R., dan Sunaryo, Y. (2003). Pengaruh Ampas Tebu Hasil Pembakaran Ulang Terhadap Kuat Desak Beton dengan Agregat Kasar Pecahan Genteng Godean. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Satwarnirat, Kamar, A., dan Rusli, R. (2006). Study Eksperimental Tentang Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kinerja Beton Normal, Tinjauan Terhadap Kekuatan Tekan. *Jurnal Poli Rekayasa*. Vol 2 No 1.
- Setiawan, N.C. (2012). Pengaruh Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Tambah terhadap Kuat Desak dan Kuat Lentur serta Daya Serap Air Paving Block. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Strategic Highway Research Program, (1994), Superpave Mi Design Manual for New Construction and Overlays, National Research Council, Washington DC.*

## PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BAMBUN TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL BINDER COURSE (AC-BC)

**Ratna Dewi**  
Lecturer  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 32  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580139  
[dewirds@yahoo.com](mailto:dewirds@yahoo.com)

**Yogie Ferdiansyah**  
Student  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM. 32  
Inderalaya, Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580139  
[Yogie\\_9910@yahoo.com](mailto:Yogie_9910@yahoo.com)

**Mirka Pataras**  
Lecturer  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih KM.  
32  
Inderalaya, Sumatera Selatan,  
30662  
Telp: (0711) 580139  
[mirka.pataras@yahoo.com](mailto:mirka.pataras@yahoo.com)

### Abstract

AC-BC is Laston layer of concrete asphalt which is an intermediate layer with minimum hardness of 5 cm. Laston is a layer of road construction that consist a mixtures of hard asphalt and material thas has continious gradation mixed, spread, and solidified at a certain temperature. This leads to the fack that mixture of laston is more sensitive to the varieties of a mixtures proportion. This studydiscussed about impact of bamboo powder used as an additional material for the mixture of asphalt as much as 1% and 2%. The mixtures characteristic include value of VIM, VMA, VFA, Stability, Flow and MQ. Variant were made to 3 types : normal , additional 1% bamboo powder and additional 2% bamboo powder. The analysis resultsshowed value of testing characteristic of additional 1& bamboo powder fulfill the requirement as additional (addictive), material as a complement material gradation especially filler agregat with certain percentage of composition.

**Kata Kunci:** Binder Course, Bamboo Powder, mixtures characteristic

### Abstrak

AC-BC merupakan Laston sebagai lapisan antara dengan tebal perkerasan minimum adalah 5cm. Laston (lapis aspal beton) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Hal ini menyebabkan campuran Laston lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran. Pada penelitian ini dibahas pengaruh pemanfaatan Serbuk Bambu yang di gunakan sebagai bahan tambah untuk campuran Aspal sebesar 1% dan 2%. Karakteristik campuran meliputi nilai VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan MQ. Variasi campuran yang diteliti yaitu normal, penambahan serbuk bambu 1% dan penambahan serbuk bambu 2%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai uji karakteristik campuran serbuk bambu 1% memenuhi syarat bila digunakan sebagai bahan tambahan (additive), untuk pelengkap gradasi agregat terutama agregat halus dengan komposisi persentase tertentu.

**Kata Kunci:** Binder Course (AC-BC), Serbuk bambu, karakteristik campuran.

## PENDAHULUAN

Lapisan aspal beton (AC) dapat dibedakan menjadi dua jenis tergantung fungsinya pada konstruksi perkerasan jalan, yaitu sebagai lapis permukaan atau lapis aus (*AC-Wearing Course*) dan sebagai lapis pondasi AC-Binder, AC-base, *Asphalt Treated Base* (ATB).

Pemanfaatan serat selulosa pada aspal beton campuran panas sebagai bahan perkerasan jalan raya telah banyak digunakan baik di dunia maupun di Indonesia yang dikenal dengan nama Split Mastic Asphalt (SMA), dimana peranan fraksi agregat kasar mendukung stabilitas yang tinggi dan tahan terhadap gaya geser. Sedangkan campuran antara aspal,

pasir halus, mineral filler dan bahan tambah berupa serat selulosa membentuk suatu mastik yang memperkokoh dan menyatukan kerangka struktural (skeleton) agregat kasar sehingga campuran aspal tersebut diharapkan akan menjadi lebih kuat, aman dan tahan lama. (Bambang Ismanto, 1998). Sehingga pada penelitian ini dicoba menambahkan serbuk bambu sebagai bahan tambahan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan karakteristik campuran laston binder course (AC-BC) normal dengan karakteristik campuran laston binder course (AC-BC) yang ditambahkan serbuk bambu sebesar 1% dan 2%.

## METODOLOGI PENELITIAN

Semua prosedur pelaksanaan baik dalam pembuatan sampel (benda uji) maupun pengujian sampel menggunakan sistem pencampuran aspal panas *Asphalt Concrete* (AC) dengan prosedur Marshall Test yang dikeluarkan oleh SNI 06-2489-1991 yang merupakan dasar dari pembangunan jalan raya dan digunakan oleh Bina Marga. Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Pengujian agregat kasar dan agregat halus terdiri dari sebagai berikut:

- Analisa saringan (SNI 03-1968-1990)
- Berat jenis (SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990)
- Kadar air (SNI 03-1971-1990)
- Kadar Lumpur (ASTM D2419-74)
- Berat isi (SNI 03-4804-1998)
- Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417-1991)
- Agregat Impact Value (SNI M20-1990-F)

Adapun persyaratan gradasi campuran AC-BC dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Persyaratan Gradasi Untuk Campuran AC-BC

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos
ASTM	(mm)	AC-BC
1 ½"	37,5	
1"	25	100
¾"	19	90 – 100
½"	12,5	Maks. 90
3/8"	9,5	
No. 8	2,36	23 – 39
No. 16	1,18	
No. 30	0,600	
No. 200	0,075	4 – 8
DAERAH LARANGAN		
No. 4	4,75	-
No. 8	2,36	34,6
No. 16	1,18	22,3 – 28,3
No. 30	0,600	16,7-20,7
No. 50	0,300	13,7

(Sumber: Spesifikasi Umum, 2006)

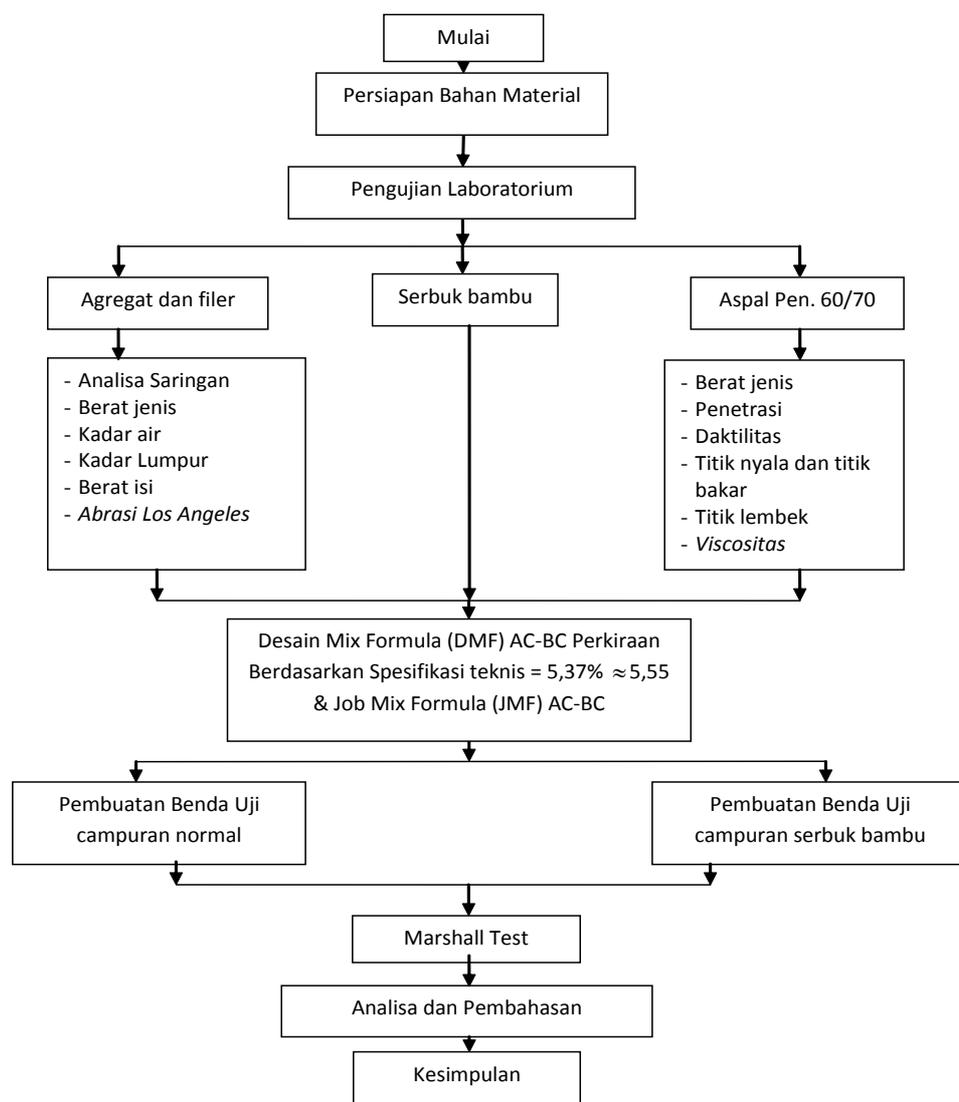
2. Pengujian aspal terdiri dari sebagai berikut:

- Berat jenis (SNI 06-2441-1991)
- Penetrasi (SNI 06-2456-1991)
- Daktilitas (SNI 06-2432-1991)
- Titik nyala dan titik bakar (SNI 06-2433-1991)
- Titik lembek (SNI 06-2434-1991)
- *Viscositas* (AASHTO T72-90)

3. Pengujian bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi yang digunakan adalah semen yang biasa digunakan untuk bahan konstruksi. Pengujian yang dilakukan adalah analisa saringan.

Adapun langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pengujian Marshall dilakukan untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T245-90. Dari hasil gambar

hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall, maka akan diketahui kadar aspal optimumnya.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat diperoleh dari pengujian laboratorium dan dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil	
	BP 1/2	BP 1/1
Kadar Air	1,245	1,275
Berat Jenis Bulk	2,523	2,553
Berat Jenis SSD	2,562	2,596
Berat Jenis Apparent	2,628	2,667
<i>Abrasi Los Angeles</i>	25,56%	

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil	
	<i>dust</i>	<i>sand</i>
Kadar Air	1,559	2,225
Berat Jenis Bulk	2,537	2,584
Berat Jenis SSD	2,695	2,701
Berat Jenis Apparent	2,594	2,627
<i>Sand Equivalent</i>	63%	93%

Tabel 4. Hasil Pengujian Filler

Jenis pengujian	Hasil
Lolos saringan No. 200	100%
Berat jenis semu	2,89

### Hasil Pengujian Aspal

Hasil pengujian karakteristik aspal dilakukan dengan material aspal Pertamina PEN 60/70 yang tersedia dilaboratorium PU Bina Marga Nasional. Adapun hasil dari pengujian tersebut dipresentasikan pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Aspal

No	Karakteristik	Hasil
1	Penetrasi (25°C, 100gr, 5detik)	63,7
2	Titik Lembek	54° C

No	Karakteristik	Hasil
3	Titik Nyala	291°C
4	Kehilangan Berat (163°C, 5jam)	0,4
5	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	141,5cm
6	Penetrasi setelah kehilangan berat	64,7
7	Daktilitas setelah kehilangan berat	141,5
8	Berat jenis (25°C)	1,036

### Design Mix Formula (DMF)

Perhitungan kadar aspal rencana menggunakan metode Bina Marga dan didapat nilai kadar aspal rencana sebesar 5,37% dapat dibulatkan menjadi 5,5%. Adapun perkiraan nilai kadar aspal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencana

Pengurangan (%)		Kadar aspal rencana (%)	Penambahan(%)	
-1,0	-0,5	<b>Pb</b>	+0,5	+1,0
4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

### Job Mix Formula

Komposisi campuran ini didapatkan dengan mengacu dari spesifikasi teknis Bina Marga dan penyelesaiannya menggunakan eliminasi gauss, sehingga didapat persentase gradasi yang akan dipakai (Tabel 7)

Tabel 7. Persen Gradasi Campuran Agregat

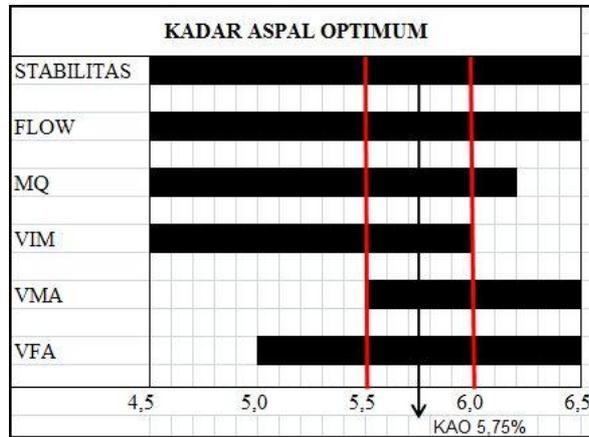
Jenis Agregat	Gradasi
Batu Pecah 1:2	15,18%
Batu Pecah 1:1	33,37%
Abu Batu	38,20%
Pasir	9,94%
<i>Filler</i>	3,31%

### Hasil Pengujian Marshall

Pengujian marshall dilakukan berdasarkan kadar aspalnya yang terdiri dari 3 macam komposisi campuran dan 5 variasi kadar aspal. Dimana berat agregat untuk setiap sampel dibuat 1150 gram. Pengujian *marshall* ini dilakukan untuk mengetahui kadar aspal optimum (KAO).

**Komposisi Campuran Normal**

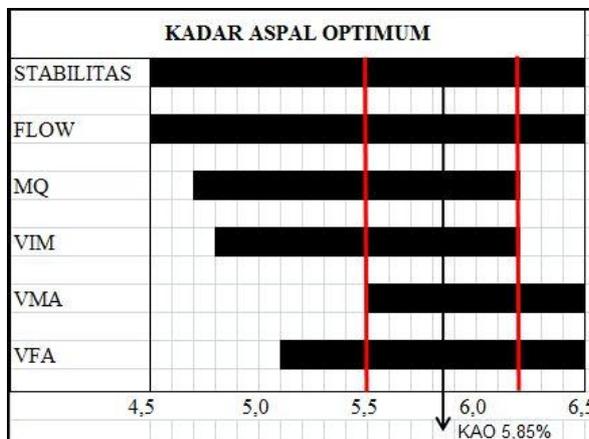
Kadar aspal yang memenuhi semua parameter *marshall* adalah kadar aspal dengan rentang 5,5% - 6%. Kemudian diperoleh kadar aspal optimum 5,75%. Berikut grafis KAO yang berada di atas daerah larangan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Nilai KAO Komposisi Campuran Normal

**Komposisi Campuran dengan Penambahan Serbuk Bambu 1%**

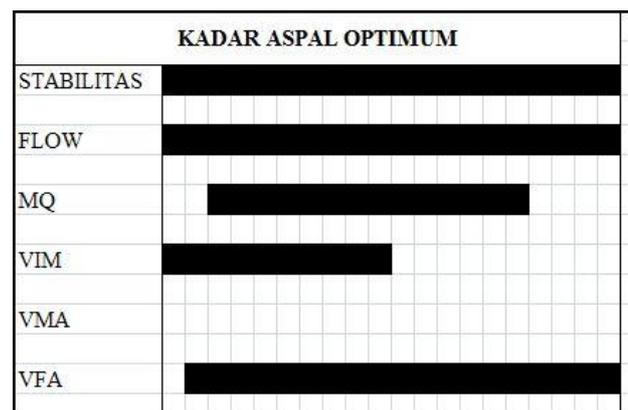
Kadar aspal yang memenuhi semua parameter *marshall* adalah kadar aspal dengan rentang 5,5% - 6,2%. Kemudian diperoleh kadar aspal optimum 5,85%. Berikut grafis KAO yang berada di bawah daerah larangan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 2. Nilai KAO untuk Komposisi Campuran dengan Penambahan Serbuk Bambu 1%

**Komposisi Campuran dengan Penambahan Serbuk Bambu 2%**

Dari data-data yang didapat tidak ada kadar aspal yang memenuhi semua parameter *marshall*. Sehingga tidak diperoleh kadar aspal optimum untuk komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 2%. Berikut grafis KAO yang berada di dalam daerah larangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai KAO untuk Komposisi Campuran dengan Penambahan Serbuk Bambu 2%

### Karakteristik Hasil Pengujian Marshall terhadap nilai Kadar Aspal Optimum

Setelah didapat kadar aspal optimum, berdasarkan spesifikasi campuran Laston AC-BC maka dapat dilihat perubahan dari karakteristik campuran dari semua komposisi campuran pada tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Parameter Pengujian Marshall

Parameter	Hasil		
	Normal	Serbuk bambu 1%	Serbuk bambu 2%
Kelelehan	3,80 mm	4,00 mm	-
Kepadatan	2,325 t/m <sup>3</sup>	2,335 t/m <sup>3</sup>	-
MQ	300 kg/mm	290 kg/mm	-
Stabilitas	1125 kg	1140 kg	-
VFA	72,5 %	72%	-
VIM	4,0 %	4,0%	-
VMA	14,20 %	14,20%	-

Berdasarkan hasil yang didapat dari Tabel 8 diatas, perbandingan campuran AC-BC berdasarkan komposisi campuran normal, komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% memiliki pengaruh nilai-nilai parameter pengujian yang berbeda. Akan tetapi untuk campuran serbuk bambu 2% tidak diuji karena nilai KAO tidak ada. Maka dapat diambil analisa perbandingan nilai-nilai parameter pengujian marshall sebagai berikut :

#### ***Kepadatan***

Nilai kepadatan untuk komposisi campuran normal memiliki nilai 2,325 t/m<sup>3</sup> dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% memiliki nilai 2,335 t/m<sup>3</sup>.

#### ***Nilai stabilitas***

Dilihat dari tabel 8. untuk stabilitas marshall komposisi campuran normal, sebesar 1125 kg, sedangkan untuk marshall dengan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 1140 kg. Nilai stabilitas diatas baik komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% min 800 kg.

**Nilai marshall quotient (MQ)**

Dilihat dari tabel 8, untuk nilai marshall quotient komposisi campuran normal sebesar 300 kg/mm, kemudian untuk marshall komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 290 kg/mm. Nilai *marshall quotient* untuk komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% min 250 kg/mm.

**Rongga dalam agregat (VMA)**

Dilihat dari tabel 8, untuk nilai rongga dalam agregat (VMA) komposisi campuran normal sebesar 14,20%, kemudian untuk nilai komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% menjadi 14,20 %. Nilai rongga dalam agregat (VMA) diatas baik komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% yaitu, min 14 %.

**Rongga dalam campuran (VIM)**

Dilihat dari tabel 8, untuk nilai rongga dalam campuran (VIM) campuran komposisi campuran normal sebesar 4,0 %, kemudian untuk nilai komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 4,0 %. Nilai rongga dalam campuran (VIM) diatas baik komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% min 3,5 % dan maks 5,5 %.

**Nilai kelelehan (flow)**

Dilihat dari tabel 4.12, untuk nilai kelelehan (*flow*) komposisi campuran normal sebesar 3,80 mm, kemudian untuk nilai kelelehan (*flow*) komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 4,0 mm. Nilai kelelehan (*flow*) diatas baik komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% yaitu, min 3,00 mm

**Rongga terisi aspal (VFA)**

Dilihat dari tabel 4.12, untuk nilai rongga terisi aspal (VFA) komposisi campuran normal 72,5%, kemudian untuk nilai rongga terisi aspal (VFA) komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 72%. Nilai rongga terisi aspal (VFA) diatas baik komposisi campuran normal dan komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% yaitu, min 63,00 %.

**Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Dilihat dari tabel 4.12, untuk nilai kadar aspal optimum (KAO) komposisi campuran normal sebesar 5,75%, kemudian untuk nilai kadar aspal optimum (KAO) komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% sebesar 5,85 %.

Sehingga dari semua data hasil pengujian Marshall untuk lapisan AC-BC maka didapat komposisi terbaik campuran dengan penambahan 1% serbuk bambu dibanding dengan komposisi normal, walau memiliki nilai kadar aspal lebih tinggi tetapi dari sisi parameter Marshall lebih tinggi dari standar yang ditetapkan. Kemudian untuk komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 2% tidak dapat diketahui nilai kadar aspal optimum (KAO). Hal ini disebabkan karena nilai untuk komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 2% tidak ada yang memenuhi syarat dari spesifikasi teknis

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan dari analisa hasil penelitian dan perhitungan karakteristik campuran Laston AC-BC dengan variasi komposisi campuran yaitu komposisi campuran normal, komposisi

campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% dan campuran dengan penambahan serbuk bambu 2% dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh dari pengujian marshall untuk komposisi campuran normal adalah 5,75% sedangkan untuk komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 1% didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,85%. Kemudian untuk komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 2% tidak dapat ditentukan nilai kadar aspal optimumnya.
2. Dari segi ekonomis, campuran normal memiliki keunggulan dikarenakan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang lebih kecil yaitu 5,75%. Dari segi karakteristik campuran melalui hasil test *Marshall*, campuran 1% lebih memiliki keunggulan dari campuran normal, hal ini bisa dilihat dari nilai stabilitas *Marshall* yang lebih tinggi dibandingkan campuran normal.
3. Komposisi campuran dengan penambahan serbuk bambu 2% tidak dapat ditentukan nilai kadar aspal optimum karena dari grafis KAO tidak terdapat nilai yang memenuhi seluruh parameter marshall. Hal ini disebabkan dari 15 benda uji yang digunakan tidak ada yang memenuhi nilai VMA yang telah ditetapkan  $\geq 14$ .

## REFERENCES

- Saodang, Hamirhan. 2004. Konstruksi Jalan Raya Perancangan Perkerasan Jalan Raya. Nova:Bandung.
- Sukirman, Silvia. 2010. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Nova:Bandung
- Sukirman, Silvia. 1995. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova:Bandung.
- Ariawan, M. Agus. 2007. Penggunaan Batu Kapur Sebagai Filler pada Campuran Aspal Concrete Binder Course (AC-BC) Dengan Metode Kepadatan Mutlak. Denpasar.
- Henong, Sebastianus Baki. 2010. Pengaruh Ukuran Butiran Maksimum Agregat Kasar (Batu Pecah  $\frac{3}{4}$  dan Batu Pecah  $\frac{1}{2}$ ) Terhadap Parameter Marshall Pada Karakteristik Campuran Laston (AC-WC) Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2008 dengan Alat Uji Marshall Menggunakan Material Quarry Baumata. Kupang.
- Kharismantoko, Hano. 2012. Regresi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nono. 2010. Rentang Kadar Aspal Campuran Beraspal Panas Sesuai Spesifikasi Berbasis Superpave. Semarang.
- Gusmailina dan Sumadiwangsa S. 1988. Teknologi Budidaya Pemanfaatan Hasi Hutan Bukan Kayu: Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. Spesifikasi Umum. Palembang.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999. Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Mutlak. PT. Medisa: Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standart Nasional Indonesia, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standart Nasional Indonesia, Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal, SNI 06-2432-1991; SK SNI M-18-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standart Nasional Indonesia, Metode Pengujian Kadar Air Agregat, SNI 03-1971-1990; SK SNI M-11-1989-F.

# EVALUASI STRUKTURAL PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN METODE AASHTO 1993 DAN AUSTRoadS 2011 (STUDI KASUS : JALINTIM, TEMPINO - BATAS SUMSEL)

**Dwi Pardiarini**

Program Magister Sistem Teknik dan Jalan Raya  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132  
Telp./Fax: 62-22-2534 167  
[email: pardiarini\\_dwi@yahoo.com](mailto:pardiarini_dwi@yahoo.com)

**EriSusantoHariyadi**

Program Magister Sistem Teknik dan Jalan Raya  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132  
Telp./Fax: 62-22-2534167  
[email: erisdi@yahoo.com](mailto:erisdi@yahoo.com)

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi struktural perkerasan lentur menggunakan Metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011, studi kasus yang dipilih adalah Ruas Tempino sampai Batas Provinsi Sumatera Selatan. Data lendutan digunakan untuk menentukan modulus resilien tanah dasar dan modulus perkerasan pada Metode AASHTO 1993 dengan hasil tebal overlay yang bervariasi tergantung nilai S<sub>Neff</sub> per segmen, dalam Metode AUSTRoadS 2011 data lendutan dipakai sebagai input proses *backcalculation* menggunakan Program ELMOD dan mendapatkan tebal overlay dengan pendekatan mekanistik memakai Program CIRCLY. Perbandingan Metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011 juga menunjukkan bahwa asumsi model lapis subbase dianggap tanah dasar atau tidak sangat menentukan nilai tebal overlay. Hasil tebal overlay berdasarkan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa tebal overlay yang dibutuhkan dalam Metode AASHTO 1993 lebih besar dari Metode AUSTRoadS 2011, khususnya pada ruas jalan Tempino-Batas Sumsel dan tergantung pada asumsi pemodelan lapis perkerasan.

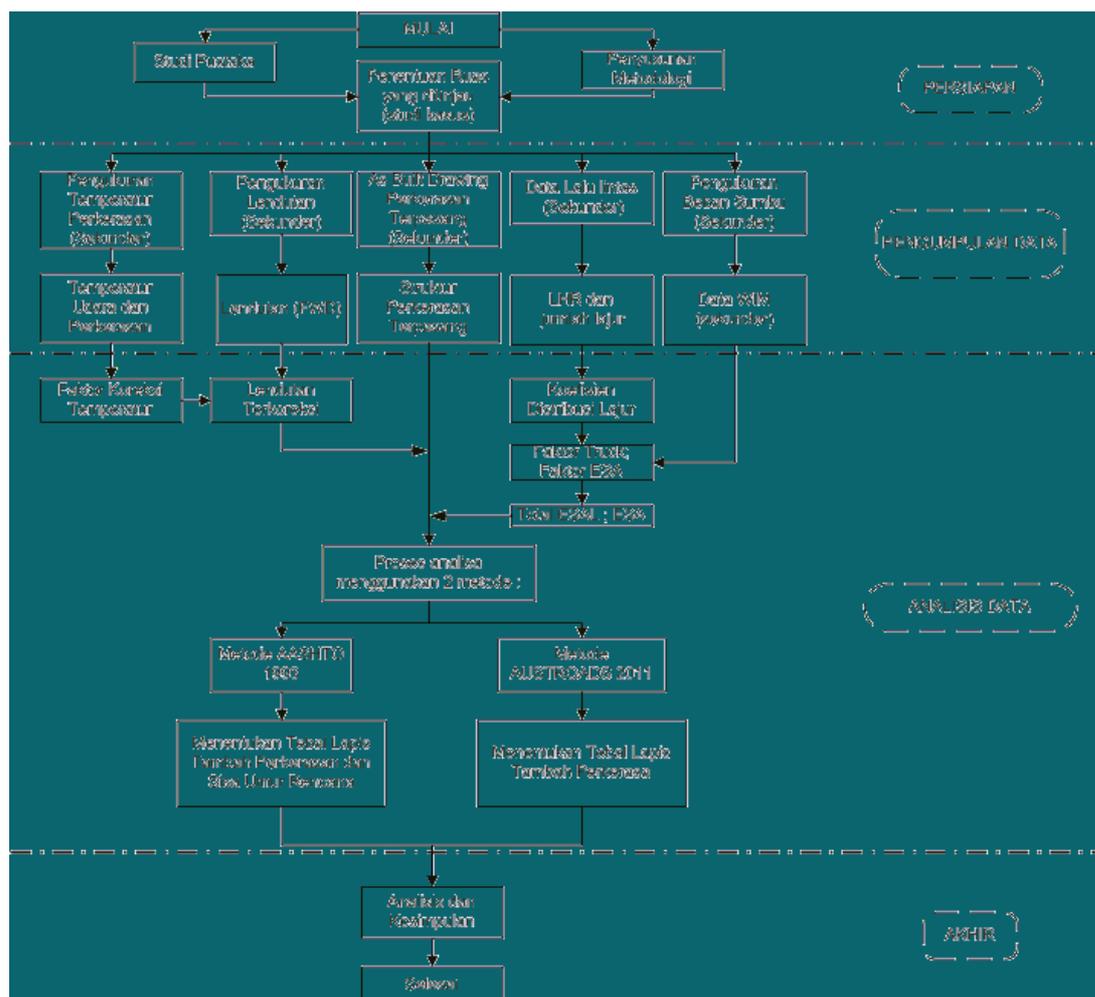
**Kata Kunci** : Metode AASHTO 1993, Metode AUSTRoadS 2011, model lapis perkerasan lentur, tebal overlay

## PENDAHULUAN

Jalan Lintas Timur Sumatera menjadi bagian dari prasarana penghubung yang penting bagi perekonomian di Pulau Sumatera, khususnya di Ruas Jalan Tempino-Batas Prov. Sumsel Provinsi Jambi. Evaluasi Struktural terhadap perkerasan lentur merupakan tahap yang penting untuk mengetahui kondisi eksisting struktur perkerasan, sebagai dasar dalam penentuan program pemeliharaan untuk mempertahankan tingkat pelayanan dari suatu perkerasan jalan. Untuk menunjang pemeliharaan ruas jalan yang menghubungkan antara ibukota Provinsi Jambi dan Sumatera Selatan di KM. 27,9 – Km 42,9 tersebut, dilakukan evaluasi struktural perkerasan dengan menggunakan data lendutan FWD (*Falling Weight Deflectometer*). Tujuan penelitian ini adalah melakukan evaluasi struktural dengan pendekatan metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011 pada ruas jalan Lintas Timur Sumatera dan secara khusus melakukan kajian tentang evaluasi struktural perkerasan lentur dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRoadS dan melakukan perbandingan antara keduanya serta aplikasinya dengan menggunakan data lapangan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan mengacu pada lingkup penelitian pada bagan alir seperti **Gambar 1** berikut



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari :

1. Tahap Persiapan

Pekerjaan persiapan dilakukan sebelum pengumpulan data berupa penyusunan tahapan penelitian, survei administrasi surat ijin pengambilan data ke instansi terkait dan penentuan ruas yang ditinjau yaitu ruas jalan Tempino-Batas Sumsel.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari data sekunder yang berupa :

- Data Kondisi Struktural Perkerasan

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data lendutan alat FWD (*Falling Weight Deflectometer*) dan data tebal lapis perkerasan hasil core drill pada Ruas Tempino-Batas Sumsel pada tahun 2013 dari P2JN Provinsi Jambi, Kementerian Pekerjaan Umum,

- Data Kondisi Temperatur

Merupakan data output dari alat FWD yaitu data sekunder temperatur perkerasan dan udara pada saat pelaksanaan uji lendutan.

- Data Kondisi Lalu Lintas

Merupakan data sekunder berupa data LHR tahun 2008 sampai awal semester tahun 2013 dan data sekunder beban sumbu kendaraan dari hasil survei Weight In Motion tahun 2011.

3. Tahap Analisis

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap analisis:

- Analisis Data Historis Perkerasan

Data perkerasan berupa tebal lapisan dipakai untuk penentuan model lapisan perkerasan yang dipakai dalam perhitungan yaitu menyesuaikan dengan metode yang digunakan yaitu model dua lapis untuk Metode AASHTO 1993 dan model dua sampai empat lapis untuk metode AUSTRROADS 2011.

– Analisis Volume Lalu Lintas

Data volume digunakan untuk menghitung Kumulatif Ekuivalen Sumbu Standar (ESAL) untuk Metode AASHTO 1993 dan ESA di Metode AUSTRROADS 2011.

– Analisis Data Lendutan FWD

Data lendutan dalam kedua metode akan digunakan untuk perhitungan kapasitas struktural perkerasan untuk mendapatkan tebal overlay.

#### 4. Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan adalah :

– Evaluasi untuk perbandingan hasil dan proses dari kedua Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRROADS 2011.

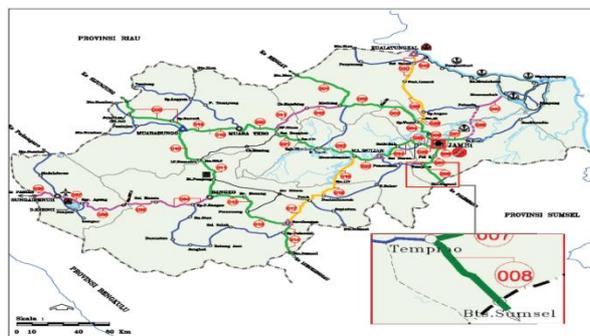
– Dengan melakukan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan tentang perbandingan hasil kedua metode dan parameter penyebabnya, serta memberikan saran untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya yang berkaitan agar lebih baik.

## PENYAJIAN DATA

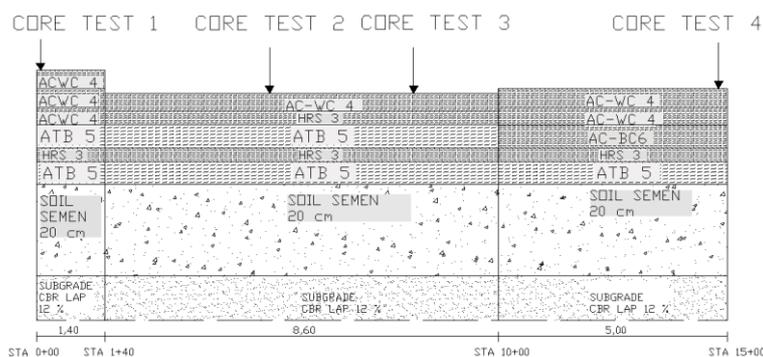
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

### 1. Data Perkerasan

Lokasi ruas jalan Tempino – Batas Sumsel di Provinsi Jambi dapat dilihat di Gambar 2, sedangkan data tebal lapis perkerasan dari hasil core drill dapat dibagi segmentasi (Gambar 3)



Gambar 2. Lokasi Ruas Jalan Tempino – Batas Sumsel

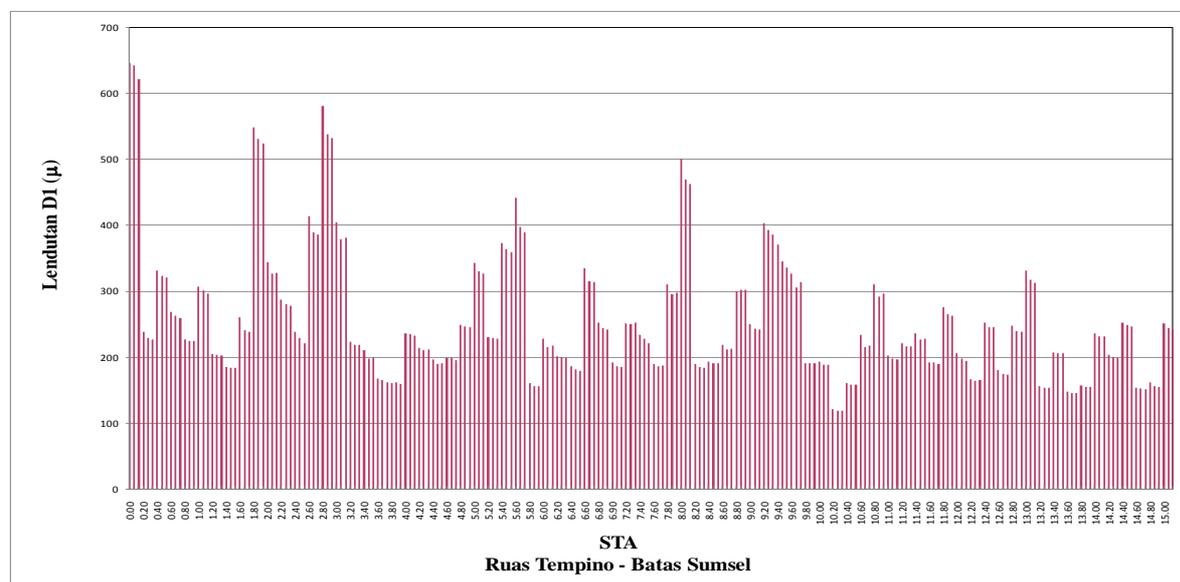


Gambar 3. Pembagian segmen lapis perkerasan berdasar tebal lapisan.

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

## 2. Data Lendutan dan Temperatur

Data lendutan merupakan data sekunder kondisi struktural dari alat FWD yang dilakukan pada bulan Maret 2013, di ruas jalan Tempino –Batas Sumsel. Data lendutan mewakili ruas per 200 m, dengan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Data Lendutan dari Alat FWD (STA 0+000 – STA 15+000) per 200 m.

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

## Data Lalu Lintas

Data terkait lalu lintas dan beban kendaraan di ruas Tempino – Batas Sumsel meliputi :

### 1. Data Volume LaluLintas

Data volume lalu lintas merupakan data sekunder yang diperoleh dari IRMS dan Subdit PSEK dapat dilihat di Tabel 2.

**Tabel 1.** Volume LaluLintas Harian Tahun 2008-2013 Tempino-Batas Sumsel

No.	Golongan / Kelompok Jenis Kendaraan	2008		2009		2010		2011		2012		2013 <sup>(*)</sup>	
		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	Sedan, Jeep, dan Station Wagon.	451	451	209	209	586	599	291	312	344	356	730	803
3	Opelet, opelet, Suburban, Combi,	142	142	199	199	356	354	354	379	420	435	354	348
4	Pick-up, Mobil hantaran, Box	175	175	139	139	250	240	239	257	287	291	156	431
5a	Bus Kecil	19	19	214	214	22	22	79	90	96	83	34	28
5b	Bus Besar	9	9	199	199	11	12	70	86	111	36	80	42
6a	Truk 2 sumbu (2 roda)	57	57	336	336	129	116	231	414	448	378	593	681
6b	Truk 2 sumbu (3 roda)	653	653	221	221	344	332	578	236	236	284	228	314
7a	Truk 3 sumbu	74	74	11	11	244	236	140	179	140	178	183	148
7b	Truk Gandengan	2	2	0	0	0	1	11	11	10	13	20	5
7c	Truk Semi Trailer	5	5	5	5	1	0	93	69	76	76	9	18
	Total	1587	1587	1533	1533	1943	1912	2086	2033	2168	2130	2387	2818

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

### 2. Data Beban Sumbu Kendaraan

Data beban sumbu kendaraan yang didapatkan merupakan data sekunder uji alat WIM pada ruas Jambi – Batas Sumsel KM.18 pada tahun 2011, yang dapat dilihat di Tabel 3.

**Tabel 2.**Data Beban Sumbu Kendaraan Ruas Jalan Jambi – Batas Sumsel

Golongan Kendaraan / Iajur	Lajur Jambi-Batas Sumsel				Lajur Batas Sumsel- Jambi			
	GOL. 6B	GOL. 7A	GOL. 7C 1	GOL. 7C 2	GOL. 6B	GOL. 7A	GOL. 7C 1	GOL. 7C 2
JenisKendaraan	2-axle Truck	3-axle Truck	Semi-Trailer		2-axle Truck	3-axle Truck	Semi-Trailer	
	1.2	1.2-2	1.2-22	1.2-222	1.2	1.2-2	1.2-22	1.2-222
BebanRoda Rata-rata (kg) :								
W1(BebanSumbu 1)	6034.66	6361.93	6206.10	5764.23	5429.75	5197.78	5499.90	5539.06
W2(BebanSumbu 2)	10005.16	8397.90	9999.03	9727.38	9002.31	6861.18	8861.22	9347.47
W3(BebanSumbu 3)		10688.37	8274.97	5764.23		8489.97	7129.74	5385.11
W4(BebanSumbu 4)			9999.03	6845.15			8615.06	6394.97
W5(BebanSumbu 5)				7925.92				7404.75

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

## ANALISIS METODE AASHTO 1993

Dengan data LHR than 2008 sampai awal semester 2013 didapatkan faktor pertumbuhan sebesar 10,93 %, yang akan dipakai untuk perhitungan *Traffic Growth Factor* pada tahun ke 5 (tahun 2016) dengan persamaan sebagai berikut :

$$Traffic\ Growth\ Factor\ (TGF)_n = \frac{(1 + g)^n - 1}{g} = \frac{(1 + 0.1093)^5 - 1}{0.1093} = 6,219$$

Dengan data LHR acuan dipakai pada perhitungan ESAL tahun 2016 (Tabel 1):

**Tabel 1.**Nilai LHR terpakai tahun 2012

Golongan	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c
2012 (Lajur 1)	344	420	287	96	111	448	236	140	10	76
2012 (Lajur 2)	356	435	291	83	36	378	284	178	13	76

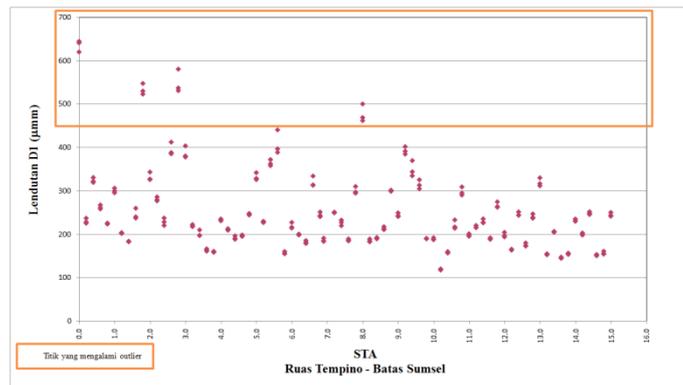
Dengan data beban sumbu kendaraan dari data WIM, maka dapat dibuat perbandingan antara beban sumbu standar MST 10 T dan data WIM, kemudian didapatkan nilai faktor truk dipakai untuk perhitungan ESAL adalah dari beban sumbu MST 10 T (**Tabel 2**)

**Tabel 2.** FaktorTruk dan nilai Total ESAL rencana tahun 2016

GolonganK endaraan	TipeSu mbu	Faktor Truk standard MST 10 T	FaktorTruk Lajur 1 dan lajur 2	Total ESAL (dualajur)	ESAL Total 2016
GOL. 2	1.1	0.002	0.002	1868.57	4,529,922.67
GOL. 3	1.1	0.002	0.002	2282.32	
GOL. 4	1.2	0.001	0.001	919.4	
GOL. 5A	1.2	0.236	0.236	47988.75	
GOL. 5B	1.2	2.448	2.448	408399.6	
GOL. 6A	1.2	0.593	0.593	556247.4	
GOL. 6B	1.2	2.448	2.448	1444679	
GOL. 7A	1.2-2	2.936	2.936	1059717	

GOL. 7B	1.22-22	4.296	4.296	112128.8
GOL. 7C (rerata)		5.192	5.192	144034.2

Data lendutan yang akan digunakan untuk menghitung modulus resilien tanah dasar dan modulus elastisitas perkerasan gabungan, adalah data lendutan maksimum dan lendutan terjauh atau syarat  $r \geq 0,7 a_c$ . Dilakukan segmentasi lendutan dengan pertimbangan data outlier pada 4 STA atau 12 titik yaitu STA 0+000, STA 1+800, STA 2+800 dan STA 8+000.



**Gambar 5.** Data outlier lendutan FWD di D1 Ruas Tempino – Batas Sumsel

Untuk mengontrol keseragaman lendutan dan menghitung besarnya nilai lendutan wakil digunakan persamaan

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 2s ; FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK_{\text{ijin}} ; s = \sqrt{\frac{N(\sum d^2) - (\sum d)^2}{N(N-1)}}$$

- FK = Faktor Keseragaman
- FK<sub>ijin</sub> = Faktor Keseragaman yang diijinkan
- d<sub>R</sub> = Lendutan Rata-rata
- s = Standar Deviasi
- d = Lendutan pada titik pemeriksaan
- N = Jumlah titik pemeriksaan
- D<sub>wakil</sub> = Lendutan wakil untuk jalan arteri

Diperoleh lendutan wakil per segmen dengan faktor keseragaman < 30% di **Tabel 3** dan nilai lendutan wakil per segmen di **Tabel 4**.

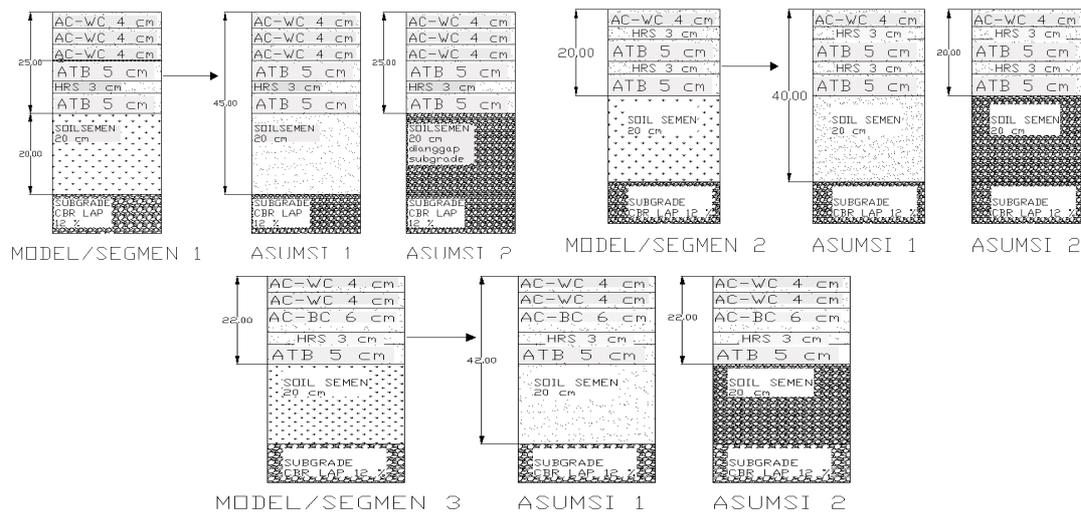
**Tabel 3.** Pembagian Segmentasi Berdasarkan Lendutan FWD

Segmen	Km	Jarak (km)	Σ d1	Σ d1 <sup>2</sup>	N	dR	Dwakil	FK
1	0.000 - 1.400	1.400	5193.50	1332247.02	21.00	48.91	345.13	19.78
2	1.400 - 10.000	8.600	30264.90	8258613.56	120.00	72.50	397.22	28.75
3	10.000 - 15.000	5.000	15444.90	3362408.06	75.00	49.57	305.07	24.07

**Tabel 4.** Lendutan wakil per segmen

Segmen	Km	Jarak (Km)	T (°C)	T (°F)	tebalaspalt (inch)	TA F	d1 (µm)	d1 (inch)	d0=d1 x TAF (inch)
1	0.000 - 1.400	1.40	42.39	108.3	9.84	0.58	345.1	0.0135	0.0078
2	1.400 - 10.00	8.60	42.39	108.3	7.87	0.62	397.2	0.0156	0.0097
3	10.00 - 15.00	5.00	42.39	108.3	8.66	0.61	305.0	0.0120	0.0073

Sebelum perhitungan analisis overlay dengan Metode AASHTO 1993 ditentukan terlebih dahulu asumsi lapis perkerasan yang akan dipakai, karena pertimbangan umur perkerasan subbase yang tidak diketahui dan kerentanan material *soil cement* terhadap umur perkerasan, cuaca dan beban, maka dibuat dua asumsi yaitu asumsi 1 lapis pondasi bawah *soil cement* masih berfungsi dan asumsi 2 lapis subbase tersebut sudah rusak dan menjadi tanah dasar di **Gambar 6** berikut:



**Gambar 6.** Asumsi model perkerasan dua lapis masing masing segmen

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan modulus resilien tanah dasar dan modulus elastisitas perkerasan gabungan di atas tanah dasar yang dihasilkan dari lendutan maksimum dan *trial and error* lendutan yang terjauh atau memenuhi syarat paling mendekati  $r > 0,7$   $ae$  yang didapatkan di lendutan titik geophone ke 6 (enam) dengan perhitungan masing masing asumsi per segmen di Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Nilai  $M_R$  dan  $E_p$  pada ruas Tempino – Batas Sumsel

Segmen	Km	D (inch)	P (Psi)	$r_6$ (inch)	$d_6$ (inch)	$M_R$ (Psi)	$E_p$ (psi)
<b>Asumsi I</b>							
1	0.00 - 1.40	17.72	87.51	35.43	0.00291	22.314,20	214.835
2	1.40 - 10.00	15.75	86.67	35.43	0.00271	23.769,15	152.287
3	10.00 - 15.00	16.54	87.19	35.43	0.00249	25.952,88	228.871
<b>Asumsi II</b>							
1	0.00 - 1.40	9.84	87.51	35.43	0.00291	22.314,20	530.392
2	1.40 - 10.00	7.87	86.67	35.43	0.00271	23.769,15	426.205
3	10.00 - 15.00	8.66	87.19	35.43	0.00249	25.952,88	650.673

Kapasitas struktural dalam Metode AASHTO 1993 ditentukan dari Structural Number yang terdiri dari  $S_{No}$  (*original*) pada saat perkerasan awal,  $S_{Neff}$  (efektif) yang dihasilkan dari pengaruh lendutan ( $S_{Neff-1}$ ), kekuatan bahan terpasang ( $S_{Neff-2}$ ) dan umur rencana ( $S_{Neff-3}$ ) serta  $S_{Nf}$  (*future*) yang disebabkan oleh beban lalu lintas ESAL rencana tinjauan. Untuk perhitungan  $S_{Nf}$  selanjutnya besaran yang mempengaruhinya adalah rehabilitasi (R) jalan arteri luar kota sebesar 95 % diperoleh  $Z_R$  sebesar -1,645, *Overall*

Standar Deviation 0,45, PSI awal 4,2 dan Pt sebesar 2,5. Hasil perhitungan kekuatan

Segmen	Km	SNf 2016	SN eff- Min	$a_{ol}$	Tebal Overlay			RL (Remaining Life)
					(inch)	Dol	Dol (cm)	
Asumsi I								
1	0.00 - 1.40	4.83	4.51	0.4	0.46	1.17	2~4	64%
2	1.40 - 10.00	4.72	3.60	0.4	2.48	6.31	7	60%
3	10.00 - 15.00	4.58	3.74	0.4	1.79	4.55	5	61%
Asumsi II								
1	0.00 - 1.40	4.83	3.14	0.4	3.90	9.92	10	47%
2	1.40 - 10.00	4.72	2.23	0.4	5.93	15.06	16	31%
3	10.00 - 15.00	4.58	2.36	0.4	5.24	13.30	14	36%

struktural selengkapnya di Tabel 6.

**Tabel 6.** Nilai SNo, SNeff dan SNf ruas Tempino- Batas Sumsel

Segmen	Km	Jarak (Km)	SNo 2012	SN eff-1	SN eff-2	SN eff-3	SNf 2016
Asumsi I							
1	0.00 - 1.40	1.40	5.709	4.58	4.51	5.30	4.697
2	1.40 - 10.00	8.60	4.921	3.64	3.60	4.53	4.597
3	10.00 - 15.00	5.00	5.098	4.37	3.74	4.75	4.459
Asumsi II							
1	0.00 - 1.40	1.40	3.60	3.43	3.13	3.30	4.697
2	1.40 - 10.00	8.60	2.98	2.55	2.23	2.44	4.597
3	10.00 - 15.00	5.00	3.20	3.23	2.36	2.69	4.459

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan tebal overlay (Dol) yang mengacu pada nilai SNeff minimum, SNf dan  $a_{ol}$  aspal bahan overlay 0,4. Umur sisa yang didapatkan merupakan prosentase dari pengurangan kekuatan struktur perkerasan karena beban lalu lintas pada saat kondisi PSI baik 2,5 dan saat 1,5 (*failure*) selengkapnya di Tabel 7.

**Tabel 7.** Nilai Dol dan umur sisa ruas Tempino- Batas Sumsel

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa pengaruh asumsi pondasi bawah subbase yang di lapangan adalah *soil cements* sangat menentukan besarnya tebal overlay yang diperoleh.

## ANALISIS METODE AUSTROADS 2011

Penggunaan Metode AUSTROADS 2011 diperkenalkan sebagai metode analitis atau mekanistik pada perhitungan evaluasi struktural perkerasan lentur dengan langkah perhitungan sebagai berikut :

### 1. Perhitungan Beban Desain ESA rencana

Penggunaan data LHR juga dijadikan acuan untuk beban desain ESA yaitu dengan perkalian LHR dengan Faktor ESA dan Distribusi Beban Lajur kendaraan berat asumsi 0,5. Dapat dilihat di Total ESA tahun 2016 Tabel 8 berikut:

**Tabel 8.** Faktor Truk dan nilai Total DESA rencana tahun 2016

Golongan Kendaraan	Tipe Sumbu	Faktor ESA standard MST 10 T	Faktor ESA Lajur 1 dan lajur 2	Total DESA (dualajur)	DESA Total 2016
GOL. 2	1.1	0.0025	0.0025	2,013.64	4,888,842.07
GOL. 3	1.1	0.0025	0.0025	2,459.51	
GOL. 4	1.2	0.0015	0.0015	991.50	
GOL. 5A	1.2	0.2552	0.2552	51,851.73	
GOL. 5B	1.2	2.6425	2.6425	440,845.00	
GOL. 6A	1.2	0.6408	0.6408	600,746.07	
GOL. 6B	1.2	2.6425	2.6425	1,559,451.	
GOL. 7A	1.2-2	3.1666	3.1666	1,142,831.	
GOL. 7B	1.22-22	4.6425	4.6425	121,180.95	
GOL. 7C (rerata)		5.6026	5.192	5.6026	

Dengan DESA yang didapat dapat ditentukan Nilai DSAR (Desain standar Axle Repetition) atau Beban Ijin dengan mengalikannya terhadap faktor SAR/ESA yang merupakan nilai presumptive dengan hasil beban ijin yang menahan fatiq aspal (DSAR5) sebesar 5,377,726.27, DSAR 7 yang menahan rutting subgrade sebesar 7,822,147.31 dan DSAR 12 yang menahan fatiq material bersemensebesar 58,666,104.82

2. Penentuan Asumsi Model Lapis Perkerasan

Pada perhitungan mekanistik penelitian ini model lapis perkerasan yang digunakan adalah dua sampai empat lapis agar dapat mendekati kondisi real di lapangan. Tebal lapis segmen di model tiga lapis dan empat lapis dapat dilihat di Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Pemodelan dengan tiga lapis dan empat lapis

Segmen I					Segmen II					Segmen III				
Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer	Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer	Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer
AC WC	40	120	250	120										
AC WC	40				AC WC	40	70	200	70	AC WC	40	170	220	140
AC WC	40				HRS	30	130	130	130	AC BC	60			
ATB	50	HRS	30	HRS	30	50								
HRS	30	ATB	50	ATB	50									
ATB	50													
Soil Semen	200	subgrade	200	200	Soil Semen	200	subgrade	200	200	Soil Semen	200	subgrade	200	200
Subgrade	~		subgrade	subgrade	Subgrade	~		subgrade	subgrade	Subgrade	~		subgrade	subgrade

### 3. Proses *backcalculation* dan penentuan modulus lapisan perkerasan

Proses perhitungan balik dilakukan untuk mendapatkan besaran modulus yang sesungguhnya pada saat pelaksanaan uji lendutan, dipakai Program ELMOD 6 yang merupakan satu set program dengan peralatan FWD. Nilai modulus balik yang didapatkan masing segmen dan asumsi sangat bervariasi dikarenakan tebal dan model yang berbeda, dari hasil tersebut dibandingkan dengan kekuatan modulus perkerasan pada saat paling lemah yang ditunjukkan dengan Tabel berikut:

**Tabel 10.** Modulus bahan perkerasan terpakai dan saat *failure*

Bahan/Material	Modulus Elastisitas (MPa)	Koefisienkekuatan (a)	Poisson's Ratio
ACWC (cracked)	1100 (725)	0.31	0.4
ACBC (cracked)	1200 (725)	0.31	
HRS (cracked)	800 (725)	0.28	
ATB (cracked)	1600 (725)	0.31	
Soil semen (uncracked)	1500		0.2
Soil semen (cracked)	500		0.2
Tanah Dasar	10 x CBR		0.45 (kohesif) 0.35 (non kohesif)

Sumber : Manual Desain Perkerasandan Chart Modulus

### 4. Perhitungan Kekuatan Struktural dengan Program CIRCLY

Modulus yang dibandingkan diambil nilai minimum kemudian dikoreksi dengan WMAPT Prov Jambi 35,7 °C dan temperatur perkerasan rata2 saat diuji, baru diinput kedalam Program CIRCLY sesuai dengan model dan tebal lapis masing masing asumsi per segmen. Perhitungan kapasitas struktural dengan Program CIRCLY menghasilkan regangan ( $\mu\epsilon$ ) dan tegangan ( $\sigma$ ) ijin yang akan digunakan untuk menghitung beban ijin terhadap masing-masing kriteria kerusakan.

Hasilnya yang akan dibandingkan dengan beban desain sesuai kriteria selengkapnya di Tabel 11 yang memuat contoh asumsi pertama, kedua dan ketiga.

**Tabel 11.** Perhitungan Beban ijin berdasar regangan output Program CIRCLY

Asumsi	Segmen No.	Tebal Overlay (mm)	FatigueKriteria		DeformasiPermanen Kriteria	N Fatigue (SAR 5)	N DeformasiPermanen (SAR 7)	Syarat > DSAR 5	Syarat > DSAR 7
			Smax	$\epsilon$	$\epsilon$				
1	Segmen	0	110	85.6	181.10	8.86E+	9.42E+11	Ok	Ok
	Segmen	0	110	103.	217.20	1.20E+	2.64E+11	Ok	Ok
	Segmen	0	110	97.8	205.30	1.60E+	3.91E+11	Ok	Ok
2	Segmen	0	725	298.	557.60	6.04E+	3.59E+08	Ok	Ok
	Segmen	0	725	384.	692.30	1.71E+	7.89E+07	Tida	Ok
	Segmen	0	725	346.	634.40	2.86E+	1.45E+08	Tida	Ok
3	Segmen	0	725	298.	557.60	6.04E+	3.59E+08	Ok	Ok
	Segmen	0	725	384.	691.90	1.71E+	7.93E+07	Tida	Ok
	Segmen	0	725	346.	634.40	2.86E+	1.45E+08	Tida	Ok

Perhitungan dilanjutkan dengan menambah tebal overlay agar beban desain lebih kecil dari ijin untuk keamanan struktur perkerasan, sampai didapatkan tebal overlay yang sesuai seperti Tabel 12 dibawah ini

Tabel 12. Kebutuhan overlay pada asumsi model perkerasan Metode AUSTRROADS 2011

Segmen	Km	Kebutuhan Overlay				
		Asumsi I	Asumsi II	Asumsi III	Asumsi	Asumsi V
1	0.000 - 1.400	-	-	-	-	-
2	1.400 - 10.000	-	5 cm	5 cm	-	-
3	10.000 - 15.000	-	4 cm	4 cm	-	-

## ANALISIS PERBANDINGAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE AUSTRROADS 2011

Dari penggunaan kedua metode yaitu AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011 dalam perhitungan struktural perkerasan dapat dijelaskan bahwa:

### 1. Input dan Penggunaan data

Dengan data tebal penanganan perkerasan dan lendutan menghasilkan segmentasi pada tiga semen yaitu STA 0+000-1+400, STA 1+400-10+000 dan 10+000-15+000, sedangkan data lalu lintas yang mempunyai faktor pertumbuhan sebesar 10,93 % menghasilkan perbandingan kendaraan berat dan kendaraan ringan yang hampir sama jumlahnya. Faktor truk dan faktor ESA yang dihasilkan dari beban sumbu standar MST 10 T menghasilkan nilai yang bervariasi dengan nilai faktor truk yang melebihi beban standar MST 10 T di Gol 7C1 sebesar 84%. Data lendutan yang dipakai dalam Metode AASHTO 1993 adalah lendutan maksimum dan lendutan ke enam sedang penggunaan di metode mekanistik AUSTRROADS 2011 data lendutan keseluruhan akan diproses dalam proses *backcalculation*.

### 2. Proses Analisis

Perhitungan beban rencana ESAL dalam 5 tahun yaitu tahun 2016 didapatkan sebesar  $4,5 \times 10^6$  untuk Metode AASHTO 1993 sedangkan untuk Metode AUSTRROADS 2011 menghasilkan beban ESA sebesar  $4,8 \times 10^6$  hal tersebut menunjukkan adanya sedikit perbedaan dalam penentuan faktor pengaruh yaitu beban standar masing masing sumbu. Penggunaan data lendutan dengan koreksi temperatur dalam Metode AASHTO 1993 berdasarkan temperatur standar  $68^\circ\text{F}$  dan grafik TAF sedangkan di AUSTRROADS koreksi temperatur ada pada suhu standar MAPT Indonesia yaitu  $41^\circ\text{C}$ . Perhitungan kapasitas Struktural didasarkan pada  $S_{\text{neff}}$  dan  $S_{\text{nf}}$  pada AASHTO 1993 dan dilakukan secara analitis dengan Program CIRCLY untuk regangan ijin yang akan menjadi besaran beban ijin DSAR 5, DSAR 7. Pemodelan yang dilakukan dengan dua lapis pada AASHTO 1993 juga dihitung dengan AUSTRROADS 2011 selain model tiga lapis dan empat lapis.

### 3. Hasil Analisis

Pengaruh adanya asumsi subbase yang dianggap sebagai tanah dasar atau tidak dalam hasil analisis sangat besar, ditunjukkan dengan perbedaan tebal overlay dan umur sisa yang sangat bervariasi pada Metode AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011. Perbedaan hasil dari kedua metode tersebut dikarenakan perbedaan proses analisis dimana adanya analisis regangan dan tegangan struktural perkerasan di metode mekanistik yang tidak dilakukan dalam Metode AASHTO 1993, pada pemodelan dua lapis pada Metode AASHTO 1993 akan mempermudah perhitungan apabila segmen dan tinjauan lokasi yang dipakai banyak atau lebih besar karena lebih sederhana.

Perbandingan selengkapnya di Tabel 13.

**Tabel 13.** Perbandingan Analisis Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRROADS 2011

	AASHTO 1993	AUSTRROADS 2011
Metodologi	Mekanistik empiris dan perhitungan modulus dengan iterasi rumus dan nomogram (chart).	Analitis dengan perhitungan modulus cara mekanistik (ELMOD 6 & CIRCLY 5.1).
Input Data		
Historis dan Core Test	Data yang ada dipakai untuk model perkerasan dua lapis.	Penggunaan data dapat dihitung dengan model lebih dari dua lapis.
Lendutan	Lendutan maksimum dan lendutan di titik keenam (jarak 900 mm) untuk perhitungan modulus.	Mekanistik memakai data lendutan keseluruhan untuk analisis perhitungan balik.
Data Lalu Lintas dan sumbu kendaraan	Dipakai untuk perhitungan Total ESAL dengan faktor pengaruh beban sumbu kendaraan MST 10 Ton.	Dipakai untuk perhitungan ESA dengan faktor pengaruh beban sumbu kendaraan MST 10 Ton.
Proses Analisis		
Beban Lalu Lintas	Perhitungan ESAL dipengaruhi Faktor Truk, distribusi lajur dan arah.	Perhitungan DSAR diperoleh dari $N_{DT}$ dan ESA yang dipengaruhi Faktor ESA, distribusi kendaraan berat.
Lendutan	Perhitungan lendutan wakil mempertimbangkan keseragaman data dan dengan pengaruh koreksi temperatur saja.	Mekanistik untuk nilai WMAPT sebagai pengoreksi nilai modulus lapisan aspal hasil perhitungan balik.
Model Lapisan Perkerasan	Perkerasan hanya dapat dimodelkan menjadi 2 layer saja (subgrade dan perkerasan di atasnya).	Perkerasan dapat dimodelkan lebih dari 2 layer.
Hasil Analisis		
Umur Sisa	Umur Sisa yang dihasilkan merupakan kekuatan struktur dalam kondisi pada saat ditinjau atau analisis dan saat <i>failure</i> tergantung pengambilan nilai PSI.	Batas kekuatan fatique dan deformasi permanen aktual yang dihasilkan model perkerasan dengan dua layer atau lebih.
Tebal Lapis Tambah	Dari <i>Structural Number</i> terpasang (S <sub>Neff</sub> ), S <sub>Nf</sub> dan koefisien lapis bahan aspal ( $a_{ol}$ )	Dari <i>trial and error</i> tebal overlay agar $N_{desain} < N_{ijin}$ sesuai tipe kerusakan.
	Hasil bervariasi antara 4-16 cm tergantung tebal, pemodelan dua layer dan asumsi subbase dan tanah dasar.	Hasil bervariasi antara 0-5 cm tergantung model lapis perkerasan.
Karakteristik	Spesifik menghitung umur sisa dalam persen. Penggabungan menjadi 2 lapis memerlukan penelitian perhitungan terkait kekuatan bahan masing-masing penyusun. Tidak membutuhkan program perhitungan balik hanya dengan iterasi saja.	Perhitungan umur sisa adalah batasan beban ijin yang boleh dicapai. Lebih spesifik menghitung kekuatan perkerasan dengan material penyusun dan mengklasifikasikan lapis menurut kenyataan di lapangan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis penelitian (Pardiarini, 2014) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari proses pengolahan data dan input didapatkan bahwa analisa faktor truk dan faktor ESA yang membedakan untuk nilai ESAL dan ESA karena sedikit perbedaan di beban sumbu standar masing-masing metode. Didapatkan pula ruas jalan Tempino mengalami overloading hanya pada golongan kendaraan tertentu saja yaitu 6B dan 7A di lajur arah Sumsel dan 7C1 di kedua lajur dibanding beban standar yang diijinkan MST 10 T.
2. Perhitungan evaluasi struktural Metode AASHTO 1993 dengan dua asumsi pengaruh penggabungan subbase ke subgrade, menunjukkan pengaruh tebal perkerasan dan subgrade menentukan tebal overlay yang bervariasi antara 4 sampai 16 cm. Dengan umur sisa minimum sebesar 31% ruas Tempino-Batas Sumsel memerlukan penanganan pemeliharaan yang sesuai dan tepat untuk menaikkan performa struktur perkerasan.
3. Dengan analisis perhitungan Metode AUSTRROADS 2011 didapatkan bahwa analisa model lapisan tiga dan empat lapis akan menghasilkan struktur yang aman jika asumsi *soil cement* masih berfungsi dan memerlukan overlay 5 cm jika *soil cement* dianggap rusak digabung dengan subgrade.
4. Perhitungan kedua metode AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011 dengan studi kasus Tempino-Batas Sumsel menghasilkan perbandingan pada perhitungan modulus dengan lendutan yang maksimum dan lendutan di titik ke enam yang memenuhi syarat, menghasilkan tebal overlay yang tergantung S<sub>Neff</sub> di metode AASHTO 1993, sedangkan keseluruhan lendutan dipakai dalam *backcalculation* menghasilkan tebal overlay yang tergantung pada regangan ijin pada model asumsi yang dipakai dalam Metode AUSTRROADS 2011.
5. Pemodelan
6. Dalam pelaksanaan di lapangan khususnya Lintas Timur Sumatera penggunaan Metode AASHTO 1993 dapat digunakan sebagai acuan perhitungan tebal overlay, karena perhitungannya yang lebih sederhana, sedangkan Metode AUSTRROADS 2011 dapat menggantikan metode mekanistik empiris karena hasil tebal overlaynya yang lebih ekonomis apabila pemahaman tentang ketelitian data, tebal lapisan perkerasan, temperatur dan analisis regangan tegangan lebih ditingkatkan di lapangan.

Saran yang dapat diberikan setelah penelitian adalah:

1. Penelitian pengaruh pelaksanaan *backcalculation* perlu dilakukan dan dikaji lebih lanjut karena hasil modulus yang sangat bervariasi tergantung lapisan perkerasan.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh tanah semen secara khusus (tes laboratorium) untuk penentuan kapasitas dukung terhadap perkerasan di Lintas Timur Sumatera.
3. Perhitungan mekanistik Metode AUSTRROADS 2011 akan lebih praktis apabila dilakukan dalam sekali perhitungan dalam satu software.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993) Guide for design pavement structur. Washington DC: AASHTO.  
AUSTRROADS (2010) Guide to pavement technology part 2: pavement structural design. Sidney: Australian Road Research Board.

AUSTROADS (2011) Guide to pavement technology part 5: pavement evaluation and treatment design. Sidney: Australian Road Research Board

ANDIKA, R. P., dkk(2012) Analisis tebal lapis tambah perkerasan lentur menggunakan metode AASHTO 1993 dan program ELMOD 6 studi kasus: jalan Pantura (ruas: Palimanan- Jatibarang). Tesis Program Magister STJR, Institut Teknologi Bandung.

PARDIARINI, D (2014) Evaluasi Struktural perkerasan lentur menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode AUSTROADS 2011 studi kasus: Tempino-Batas Sumsel (Jalintim). Tesis Program Magister STJR, Institut Teknologi Bandung.

SUBAGIO, B.S dkk (2012) Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Program ELMOD 6, Jurnal Insitut Teknologi Bandu



## PENGARUH PENGGUNAAN ELVALOY TERHADAP KINERJA CAMPURAN ASPAL BETON LAPIS PENGIKAT (AC-BC)

**Immanuel Bonardo H**

Program Studi Magister Sistem dan  
Teknik Jalan Raya  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No 10 Bandung 40132  
[hibonardo@gmail.com](mailto:hibonardo@gmail.com)

**Eri Susanto Hariyadi**

Program Studi Magister Sistem dan  
Teknik Jalan Raya  
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No 10 Bandung 40132  
[erisdi@yahoo.com](mailto:erisdi@yahoo.com)

### Abstrak

Campuran bergradasi menerus memberikan stabilitas dan kekakuan yang tinggi namun rentan terhadap keretakan. Campuran beraspal panas Laston pengikat (AC-BC) dengan menggunakan Aspal Modifikasi Elvaloy diharapkan dapat menjadi lapisan perkerasan yang memiliki kestabilan yang tinggi namun juga tahan terhadap kelelahan. Penelitian ini dimaksudkan mengevaluasi pengaruh Aspal Modifikasi polimer Elvaloy di dalam campuran Laston Lapis Pengikat (AC-BC) berdasarkan kriteria kelelahan (*Fatigue*) dengan menggunakan campuran aspal Pen 60/70 dan aspal modifikasi polimer Elvaloy yang dihasilkan dari aspal Pen 60/70 yang dicampur polimer Elvaloy sebesar 1,5% dan 2,5%. Modifikasi Elvaloy meningkatkan Stabilitas Marshall campuran Laston AC-BC. Kadar Aspal Optimum (KAO) meningkat dengan penambahan polimer Elvaloy. Hasil pengujian *Marshall Immersion* menunjukkan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) campuran Elvaloy lebih tinggi dari Aspal Pen 60/70. Pengujian Kelelahan dengan *Four Point Loading Test* menunjukkan bahwa campuran yang memiliki Ketahanan terhadap kelelahan terbaik adalah campuran dengan aspal modifikasi Elvaloy 1,5%. Diantara campuran Aspal Pen 60/70, Elvaloy 1,5%, dan Elvaloy 2,5%, dapat disimpulkan bahwa Elvaloy 1,5% memiliki kinerja stabilitas dan kelelahan yang lebih baik.

**Kata kunci:** Laston Lapis Pengikat (AC-BC), Elvaloy, kinerja campuran, Stabilitas, Ketahanan terhadap kelelahan

## PENDAHULUAN

Desain perkerasan beraspal meliputi pemenuhan persyaratan struktural dan persyaratan kehandalan selama masa layan. Kedua hal tersebut dipengaruhi oleh kinerja campuran yang meliputi ketahanan terhadap deformasi permanen, keretakan akibat kelelahan, keretakan akibat temperatur, kehilangan gesekan permukaan dan pengaruh kelembapan. Kinerja campuran tersebut sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari aspal dan batuan penyusunnya.

Aspal beton atau yang disebut dalam spesifikasi Binamarga dengan Lapis Aspal Beton (Laston) adalah lapisan permukaan struktur perkerasan jalan lentur yang paling banyak dipergunakan di Indonesia, dimana dengan campuran bergradasi menerus, diharapkan dapat memberikan kestabilan lebih tinggi dan relatif kaku namun cukup peka terhadap keretakan.

Modifikasi aspal dengan menambahkan suatu bahan polimer yang bertujuan untuk meningkatkan performa jalan menjadi salah satu alternatif dalam memperbaiki sifat dari campuran tersebut. Salah satu tujuan utama penggunaan polimer adalah untuk

meningkatkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen pada jalan dengan temperatur tinggi, dengan cara menurunkan regangan permanen. Penurunan regangan permanen ini dapat dicapai dengan meningkatkan komponen elastis dari campuran, yang akan menurunkan komponen viskosnya sehingga fleksibilitas dari campuran akan meningkat dan angka struktural yang sama bisa dicapai dengan ketebalan lapisan yang lebih tipis. (Read dan Whiteoak, 2003). Modifikasi dari campuran aspal ini juga menawarkan solusi untuk mengurangi biaya dan frekuensi pemeliharaan serta mencegah kerusakan dini pada jalan.

Penggunaan Polimer Elastomer pada lapis pengikat (*Asphalt Concrete Binder Course*) diharapkan dapat membantu kinerja lapis pengikat dalam mengurangi tegangan dan menahan beban lalu lintas. Polimer Elastomer yang dijadikan pilihan adalah Polimer Elvaloy RET (*Reactive Elastomeric Terpolymer*) karena sifatnya yang mudah digunakan serta dapat membantu membangun jalan yang bertahan lebih lama atau mengambil beban yang lebih tinggi tanpa alur (DuPont<sup>TM</sup>, 2012).

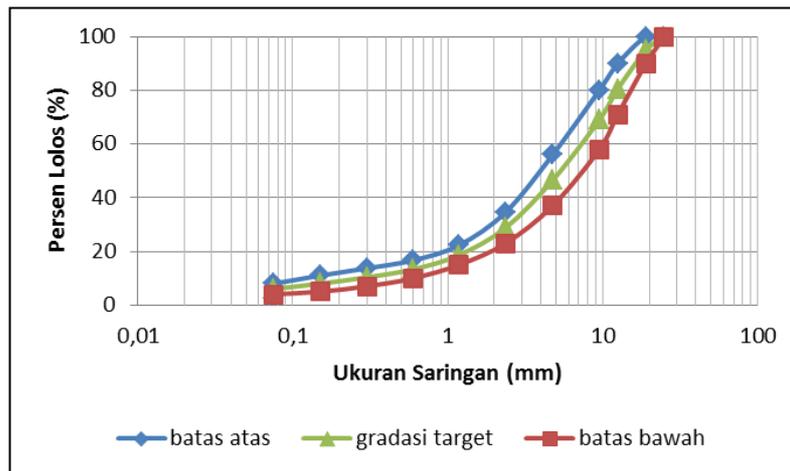
## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh Aspal Modifikasi polimer Elvaloy di dalam campuran Laston Lapis Pengikat (AC-BC) berdasarkan kriteria kelelahan (*Fatigue*).

## **METODE PELAKSANAAN**

Pelaksanaan pengujian mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (dalam Kementerian PU, 2010) dan *Association of Standard Testing Materials* (ASTM). Pada penelitian ini agregat yang digunakan berasal dari Kabupaten Kerawang, Jawa Barat. Aspal yang digunakan ialah Aspal Pen. 60/70 dan Aspal Pen. 60/70 yang dimodifikasi dengan Polimer Elvaloy dengan kadar 1,5% dan 2,5% berdasarkan perbandingan berat. Aspal dan Agregat diuji karakteristiknya kemudian dibandingkan dengan Spesifikasi Kementerian PU 2010.

Gradasi yang digunakan ialah Aspal Beton Lapis Pengikat (AC-BC) dengan ukuran maksimum butiran 19 mm (Gambar 1). Benda uji Marshall dibuat 15 (lima belas) buah untuk tiap jenis aspal untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang kemudian akan digunakan untuk pengujian perendaman Marshall dan *Fatigue (Four Point Loading Test)*. Perendaman Marshall menggunakan 4 (empat) benda uji untuk tiap jenis aspal (Pen. 60/70, Asmod Elvaloy 1,5% dan 2,5%) yang dibagi menjadi 2 (dua) jenis pengkondisian. Pengujian *Fatigue* dengan metode *Controlled Stress* menggunakan 3 (tiga) benda uji dengan tingkat tegangan yang berbeda (2000 kPa, 1750 kPa dan 1500 kPa) untuk tiap jenis aspal.



Gambar 1 Gradasi Aspal Beton Lapis Pengikat (AC-BC) Kasar

## HASIL

### Hasil Pengujian Aspal dan Agregat

Hasil pengujian agregat dan aspal serta standar pengujian yang digunakan diberikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

Pengujian	Standar	Syarat Pen 60/70	Hasil Uji Properties Pen 60/70	Ket	Syarat Elastomer Sintetis	Hasil Uji Properties Aspal Modifikasi			
						1,50%	Ket	2,50%	Ket
Penetrasi, 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60 – 70	65,70	OK	Min. 40	56,78	OK	56,40	OK
Viskositas 135°C (cSt)	AASHTO T201-03	≥ 385	388,06	OK	≤ 3000	1467	OK	1473	OK
Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	≥ 48	50	OK	≥ 54	57	OK	61	OK
Indeks Penetrasi <sup>2)</sup>	-	≥ -1,0	-0,287	OK	≥ 0,4	0,233	T.OK	0,707	OK
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥ 100	100	OK	≥ 100	85	T.OK	61,25	T.OK
Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥ 232	334	OK	≥ 232	330	OK	325	OK
Titik Bakar (°C)	SNI-06-2433-1991	≥ 232	342	OK	≥ 232	340	OK	338	OK
Kelarutan dlm Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	99,901%	OK	≥ 99 %	97,8%	T.OK	96,9%	T.OK
Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥ 1,0	1,041	OK	≥ 1,0	1,031	OK	1,029	OK

Penguujian	Standar	Syarat Pen 60/70	Hasil Uji Properties Pen 60/70	Ket	Syarat Elastomer Sintetis	Hasil Uji Properties Aspal Modifikasi			
						1,50%	Ket	2,50%	Ket
Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-		-	≤ 2,2	2,25	T.OK	1,00	OK
<b>Setelah TFOT</b>									
Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0.8	0,025%	OK	≤ 0.8	-0,007	OK	-0,003	OK
Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	85,8%	OK	≥ 54	95,5	OK	95,6	OK
Indeks Penetrasi <sup>2)</sup>	-	≥ -1,0	-0,552	OK	≥ 0,4	0,069	T.OK	0,622	OK
Keelastisan setelah Pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-	-	-	≥ 60	75,50	OK	68,50	OK
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100	100	OK		70,75	T.OK	59,25	T.OK

Tabel 2 Hasil Penguujian Karakteristik Agregat

Penguujian		Standar	Nilai	Hasil Uji Agregat
a. Agregat Kasar				
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407-2008	Maks.12%	5,90 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417-2008	Maks. 30%	21,09 %
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95%	99 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90 <sup>(1)</sup>	99,97/99,93
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)			80/75 <sup>(1)</sup>	-
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10%	1,4 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1%	0,417%
Berat Jenis Agregat Kasar		SNI 1969-2008	BJ Bulk ≥ 2,5	2,6162
			Absorbsi ≤ 3%	1,22%
b. Agregat Halus				
Nilai Setara Pasir		SNI 03-4428-1997	Min 70% untuk AC bergradasi kasar	72,37 %

Pengujian	Standar	Nilai	Hasil Uji Agregat
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM C1252-93	Min 45	54,23%
Berat Jenis Agregat Halus	SNI 1970-2008	BJ Bulk $\geq$ 2,5	2,5464
		Absorpsi $\leq$ 3%	0,816%

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penambahan modifikasi Elvaloy menurunkan nilai penetrasi, daktilitas, titik nyala, titik bakar, kelarutan dalam TCE, berat jenis dan stabilitas penyimpanan. Beberapa karakteristik aspal modifikasi tidak memenuhi Spesifikasi yang disyaratkan. Sedangkan Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh agregat memenuhi Spesifikasi Kementerian PU 2010.

### Hasil Pengujian Marshall

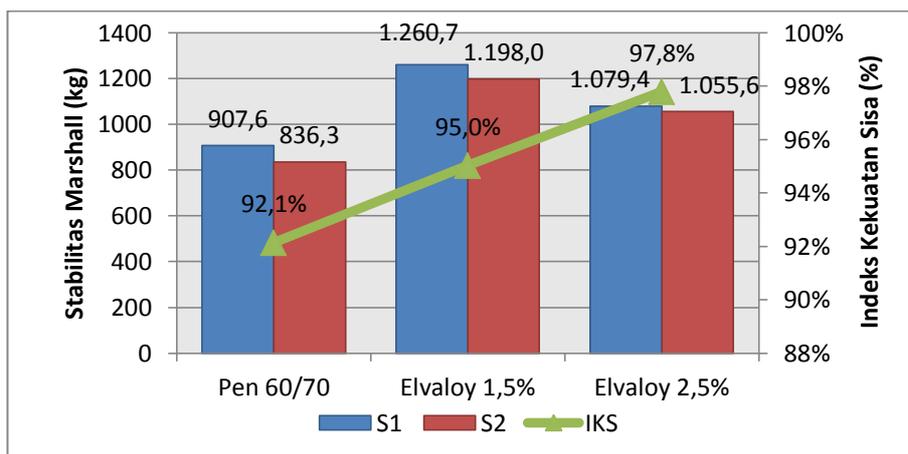
Dari volumetrik dan pengujian Marshall didapatkan nilai Kepadatan Campuran, VIM, VMA, VFB, dan VIMRef (VIM saat kondisi kepadatan mutlak). Untuk menghitung Kadar Aspal Optimum (KAO), dilakukan analisis terhadap semua parameter tersebut dan nilai lainnya seperti Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient. Hasil pengujian dan KAO disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Marshall

Sifat-Sifat Campuran	Aspal Pen 60/70		Aspal Modifikasi Elvaloy		
	Hasil Pengujian	Spesifikasi	1,5%	2,5%	Spesifikasi
KAO; %	5,65	-	6,15	6,2	-
Berat Isi; t/m <sup>3</sup>	2,289	-	2,259	2,268	-
VIM Marshall; %	4,66	3-5%	4,82	4,13	3-5%
VIM Refusal; %	2,09	>2 %	1,82	0,3	>2 %
VMA; %	16,55	>15 %	18,1	17,76	>15 %
VFA; %	71,76	>65 %	73,37	76,9	>65 %
Stabilitas; Kg	1175,73	>800 Kg	1448,19	1253,87	>1000 Kg
Kelelahan; mm	4,55	>3 mm	4,76	4,79	> 3 mm
Marshall Quotient; Kg/mm	252	>250 Kg/mm	304	262	>300 Kg/mm

### Hasil Pengujian Perendaman Marshall

Benda uji Perendaman Marshall dibuat pada KAO untuk tiap jenis aspal. Total 12 (dua belas) benda uji digunakan untuk pengujian ini. Hasil perbandingan dari Perendaman Marshall diberikan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Hasil Perendaman Marshall

### Hasil Pengujian *Fatigue*

Pengujian *Fatigue* dengan menggunakan tiga tingkatan kontrol tegangan menghasilkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Pengujian *Fatigue*

Jenis Campuran	Tegangan Tarik	Regangan Tarik	Regangan Tarik Akhir	Modulus Elasticity	Initial Flexure Stiffness	Initial Phase Angle	Term Phase Angle	Initial Dissipated Energy	Current Dissipated Energy	Pengulangan Hingga Runtuh
	Kpa	$\mu\epsilon$	$\mu\epsilon$	Mpa	Mpa	deg	deg	KJ/m <sup>3</sup>	KJ/m <sup>3</sup>	(Cycles)
Aspal Pen 60/70 KAO 5,65 %	2000	568	1153	3754	3522	32,9	41,8	2,452	5,052	5670
	1750	480	965	3882	3643	32,2	40,9	1,795	3,708	7540
	1500	469	983	3404	3189	33,3	39,9	1,495	3,288	10340
Aspal Elvaloy 1,5% KAO 6,15 %	2000	497	996	4295	4026	30	40,1	2,167	4,354	32100
	1750	513	1028	3642	3415	33,3	41,5	1,949	3,996	60400
	1500	408	755	3915	3673	27,8	37,62	1,334	2,453	132840
Aspal Elvaloy 2,5% KAO 6,2 %	2000	781	1583	2734	2558	36,8	44,3	3,405	6,836	6340
	1750	478	958	3915	3671	29	39,3	1,827	3,697	52090
	1500	395	790	4060	3806	28,4	38,8	1,298	2,625	82670

## ANALISIS DAN DISKUSI

### Analisis Pengujian Aspal

Dari hasil pengujian terhadap aspal Pen 60/70 menunjukkan bahwa aspal Pen 60/70 telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010. Aspal modifikasi Elvaloy 1,5% tidak memenuhi persyaratan Indeks Penetrasi, Daktilitas, Kelarutan dalam TCE dan Stabilitas Penyimpanan. Elvaloy 2,5% tidak memenuhi persyaratan Daktilitas dan Kelarutan dalam TCE. Penambahan Elvaloy menyebabkan aspal menjadi lebih keras, titik lembek menjadi lebih tinggi, menurunkan daktilitas, persen kehilangan berat, berat jenis, kepekaan terhadap temperatur (menurunkan Indeks Penetrasi), titik bakar/titik nyala dan kelarutan dalam TCE.

Karakteristik aspal yang paling mempengaruhi kinerja campuran ialah penetrasi, titik lembek, viskositas, daktilitas dan indeks penetrasi. Penambahan Elvaloy menurunkan nilai penetrasi yang mengindikasikan perubahan modulus kekakuan aspal yang juga bertambah tinggi, sehingga modulus kekakuan campuran aspal tinggi seperti yang diharapkan tercapai. Kenaikan nilai titik lembek dan viskositas menunjukkan dengan adanya penambahan Elvaloy, aspal menjadi semakin *viscous* dan lebih dapat bertahan terhadap temperatur perkerasan di lapangan. Nilai daktilitas yang semakin kecil mengindikasikan aspal Elvaloy memiliki sifat kohesi yang kurang baik dikarenakan homogenitas Elvaloy yang tidak sempurna. Penurunan nilai Indeks Penetrasi akan mempengaruhi kemampuan aspal terhadap kepekaan suhu di lapangan, dimana penambahan polimer Elvaloy pada aspal menurunkan kepekaan aspal terhadap temperatur.

Dari seluruh pengujian karakteristik aspal tersebut dapat dilihat bahwa penambahan Elvaloy meningkatkan karakteristik aspal yang mendukung peningkatan kinerja campuran meskipun tidak memenuhi beberapa Spesifikasi Kementerian PU 2010

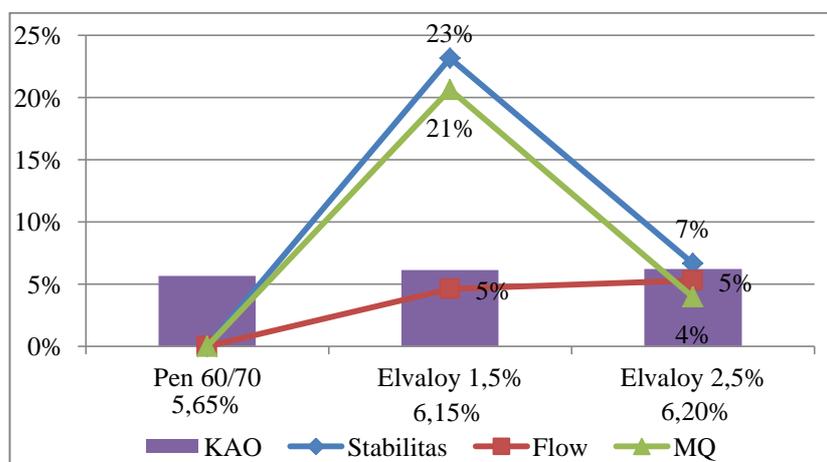
### Analisis Pengujian Agregat

Seluruh hasil pengujian agregat memenuhi Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum 2010. Hal ini menandakan bahwa agregat memenuhi syarat untuk menjadi campuran dengan kinerja yang tinggi.

### Analisis Pengujian Marshall

KAO yang didapatkan dari pengujian Marshall mengindikasikan bahwa penambahan Elvaloy meningkatkan kebutuhan aspal pada campuran (Tabel 3). Tidak tercapainya nilai VIM refusal mengindikasikan bahwa dengan penambahan Elvaloy mengakibatkan campuran menjadi semakin sensitif terhadap pemadatan lanjut.

Secara umum dapat dilihat bahwa penambahan Elvaloy meningkatkan Stabilitas namun juga meningkatkan nilai Kelelehan (*Flow*). Peningkatan nilai Stabilitas juga berdampak pada peningkatan nilai Marshall Quotient (MQ). Terlihat dari nilai MQ (Tabel 3) bahwa penambahan Elvaloy melebihi kadar optimumnya akan menyebabkan campuran menjadi rentan terhadap deformasi permanen. Kadar Elvaloy berlebih mengakibatkan aspal menjadi tidak homogen dan Elvaloy membentuk lapisan lilin yang menurunkan gesekan internal dari batuan (Polacco et al, 2004) dan menyebabkan deformasi mudah terjadi. Perbandingan pengaruh penambahan Elvaloy diberikan pada Gambar 3.



**Gambar 3** Pengaruh Penambahan Elvaloy terhadap KAO, Stabilitas, Flow dan MQ

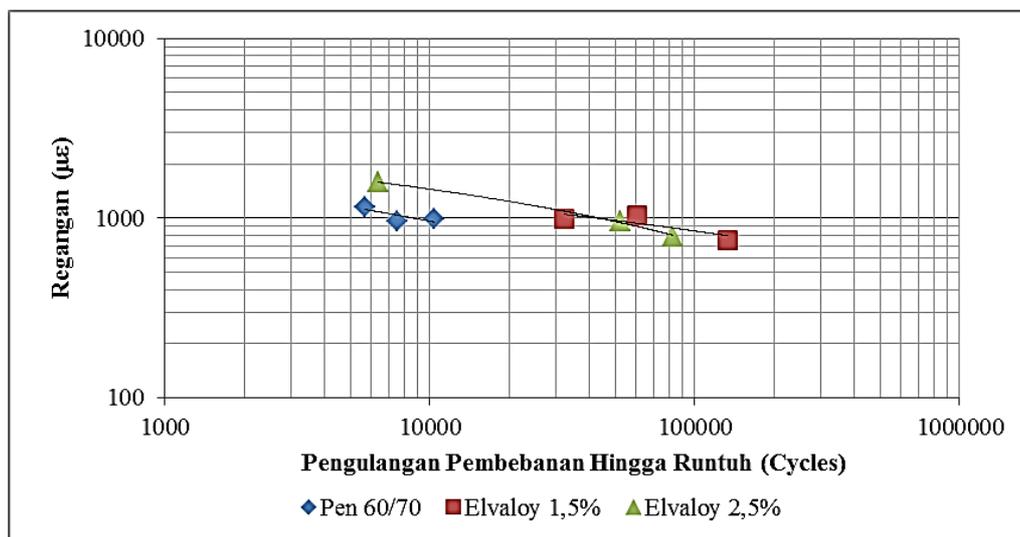
#### Analisis Pengujian Perendaman Marshall

Penambahan kadar Elvaloy meningkatkan ketahanan campuran terhadap pengaruh air dan temperatur. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa Stabilitas campuran Elvaloy 1,5% tidak sejalan dengan durabilitasnya, hal ini karena stabilitas campuran AC-BC dengan Elvaloy 1,5% lebih dipengaruhi oleh kinerja keliatan aspal dari pada kepadatannya. Rongga yang tinggi pada campuran menyebabkan lebih banyak infiltrasi air sehingga ketahanan terhadap pengaruh air lebih rendah dari Elvaloy 2,5% dengan VIM yang lebih kecil.

#### Analisis Pengujian Fatigue

Berdasarkan pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai tegangan berbanding terbalik dengan jumlah pembebanan hingga runtuh, dimana semakin besar tegangan yang diberikan maka jumlah siklus pembebanan akan semakin pendek. Hal ini disebabkan karena besarnya tegangan yang diberikan menyebabkan semakin besar pula regangan yang dihasilkan untuk mempertahankan tegangan tersebut, akibatnya beban yang diterima campuran akan semakin besar yang berdampak kepada makin cepatnya campuran tersebut mengalami keruntuhan. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa dengan mengekstrapolasi trend garis yang ada dapat diprediksi umur siklus keruntuhan pada regangan 100  $\mu\epsilon$  (besar regangan in-situ yang umumnya terjadi akibat beban standar pada lapisan perkerasan antara 30 – 200  $\mu\epsilon$ , Read dan Whiteoak, 2003).

Secara umum, pada suhu 20°C campuran yang mengandung Elvaloy 1,5% memiliki ketahanan yang paling baik pada tiap variasi nilai tegangan dibandingkan dengan campuran dengan Aspal Pen. 60/70 dan Elvaloy 2,5%. Semakin tinggi modulus elastisitasnya memberikan umur layan yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang memiliki modulus elastisitas lebih kecil (Tabel 4).



**Gambar 4** Pengaruh Penambahan Elvaloy terhadap KAO, Stabilitas, Flow dan MQ

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di laboratorium dapat disimpulkan bahwa:

Dari segi aspal, penambahan Elvaloy meningkatkan ketahanan terhadap temperatur (*lower temperature susceptibility*) sehingga diharapkan dapat bertahan lebih baik terhadap suhu layan di lapangan.

Kebutuhan campuran akan aspal meningkat dengan penggunaan Polimer Elvaloy. Namun hal ini sebanding dengan peningkatan Stabilitas, MQ dan Ketahanan terhadap Kelelahannya (*Fatigue*)

Campuran Laston Lapis Antara bergradasi menerus (AC-BC) dengan Aspal Modifikasi dengan plastomer Elvaloy menghasilkan campuran beraspal dengan kinerja baik dalam hal Stabilitas Marshall yang tinggi dan ketahanan terhadap *fatigue*, dapat dijadikan salah satu alternatif lapisan struktur dalam perkerasan jalan dengan umur layan yang lebih lama dari pada Aspal Pen 60/70.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa campuran beraspal panas menggunakan Aspal Modifikasi Polimer Elvaloy dengan kadar disekitar 1,5% memberikan kinerja yang paling baik karena memiliki Stabilitas Marshall yang tinggi dan Ketahanan terhadap *fatigue* yang juga tinggi.

## REFERENSI

- ASTM, (2012) : *ASTM 2012 Standards*, ASTM International, West Conshohocken.
- AASHTO T 321-07 (2011), *Standard Method of Test for Determining the Fatigue Life of Compacted Hot-Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending*
- Huang, Yan H, (2012), *Pavement Analysis and Design Second Edition*, Prentice-Hall, Inc, New Jersey
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2010), *Spesifikasi Umum 2010 Divisi VI. Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas*.
- Polacco, N, Stastna, J, Biondi, D, Antonelli, F, dan Vlachovicova, Z (2004), *Rheology of asphalts modified with glycidylmethacrylate functionalized polymers*, Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 366–373.
- Read J. and Whiteoak D. (2003), *The Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen, U.K.
- Standar Nasional Indonesia, SNI (2003), *Metoda Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*, RSNI M-01-2003, Badan Standar Nasional Indonesia.
- Yoder, E.J. dan Witczak, M.W. (1975), *Principles of Pavement Design*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- DuPont, (2012), DuPont Elvaloy RET, tersedia di <[http://www2.dupont.com/Elvaloy/en\\_US/uses\\_apps/polymer\\_modified\\_asphalt\\_pma.html](http://www2.dupont.com/Elvaloy/en_US/uses_apps/polymer_modified_asphalt_pma.html)>, dilihat Maret 2012

## STUDI KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL CONCRETE BEARING COARSE (AC BC) YANG MENGUNAKAN BUTON GRANULAR ASPHALT (BGA)

**Abdul Gaus**

Doctor Coarse Student of  
Civil Engineering Department,  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM-10,  
Makassar, 90245  
Telp: 0852 4001 4911  
[Agauss01@yahoo.co.id](mailto:Agauss01@yahoo.co.id)

**Tjaronge M. W.**

Professor  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM-10  
Makassar, 90245  
Telp: (0411) 587636  
[tjaronge@yahoo.co.jp](mailto:tjaronge@yahoo.co.jp)

**Nur Ali**

Associate Professor  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM-10  
Makassar, 90245  
Telp: (0411) 587636  
[nurali\\_mti@yahoo.com](mailto:nurali_mti@yahoo.com)

**Rudy Djamaluddin**

Associate Professor  
Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM-10  
Makassar, 90245  
Telp: (0411) 587636  
[rudy0011@hotmail.com](mailto:rudy0011@hotmail.com)

### Abstract

Buton Granular buton asphalt is refined grains that has been produced mechanically so has quality and guaranteed quality compared with previous generations asbuton. BGA uniformity of grain size and water content of not more than 2% make it superior to the previously produced asbuton. This paper discusses the use of BGA as an asphalt substitute petroleum in the bearing coarse mix asphalt concrete (AC BC). Topics studied in the asphalt mixture is marshall stability, flow and voids in mix (VIM). The use of BGA on asphalt mixture gives a positive influence so that used on roads with heavy traffic and intersections.

### Abstrak

Buton Granular asphalt merupakan butir asbuton olahan yang telah diproduksi secara mekanis sehingga memiliki kualitas dan mutu terjamin dibanding dengan asbuton generasi sebelumnya. Keseragaman ukuran butir BGA dan kadar air tidak lebih dari 2% membuatnya lebih unggul daripada asbuton yang diproduksi sebelumnya. Paper ini membahas penggunaan BGA sebagai bahan substitusi aspal minyak pada campuran aspal concrete bearing coarse (AC BC). Topik yang diteliti pada campuran aspal adalah stabilitas marshall, flow dan void in mix (VIM). Penggunaan BGA pada campuran aspal memberikan pengaruh yang positif sehingga layak digunakan pada jalan dengan lalu lintas berat dan persimpangan.

**Kata Kunci:** *Buton Granular Asphalt, Stability Marshall, Cantabro test.*

## PENDAHULUAN

Konsumsi nasional di Indonesia begitu tinggi sehingga setiap tahunnya harus mengimpor aspal minyak sekitar 600.000 ton. Banyaknya aspal minyak yang diimpor tentunya dapat dikurangi dengan pemanfaatan secara optimum asbuton. Dalam studi ini akan digunakan buton granular aspal sebagai bahan substitusi dalam campuran aspal untuk mengurangi penggunaan aspal minyak. BGA adalah merupakan asbuton butir yang telah diproses secara pabrikasi dan siap pakai dengan mutu yang terjaga.

Deposit asbuton diperkirakan sekitar 677 juta ton setara dengan 170 juta ton aspal minyak. dengan kadar bitumen 10-50% dengan nilai penetrasi 3-212 dmm. Asbuton ditemukan

pada lokasi teluk Sampolawa sampai dengan teluk Lawale sepanjang 75 km dengan lebar 27 km dan ditambah dengan wilayah Enreko. Modulus resilient akan meningkat dengan penambahan asbuton butir ke dalam campuran beraspal (Kurniadji, Nono, 2006). Asbuton murni mempunyai sifat-sifat yang baik, dilihat dari segi pengujian fisiknya seperti penetrasi, titik lembek, kelarutan, daktilitas, kehilangan berat dengan thin film oven test serta nilai index penetrasi yang tinggi (+0,144) dibanding dengan aspal minyak konvensional sekitar -1,127 sehingga sangat cocok untuk lalu lintas berat dan daerah dengan temperatur tinggi seperti Indonesia (Furqon A. 2006). Penentuan kekakuan dari properti mekanik Marshall and tes kuat tarik tidak langsung mengindikasikan bahwa campuran dengan modifikasi serat *polypropylene* tahan terhadap gaya deformasi perkerasan dan alur oleh karena itu campuran tersebut dapat digunakan pada perempatan yang sibuk atau tempat pemberhentian truck dan tempat parkir dimana *standing load* menyebabkan waktu perluasan deformasi (Tayfur S. 2007)

## MATERIAL DAN METODE

Studi ini membahas campuran aspal yang mengacu pada spesifikasi khusus tahun 2007 campuran aspal panas dengan menggunakan aspal buton berbutir olahan. Campuran aspal menggunakan agregat kasar, halus dari sungai Jeneberang yang diolah dengan stone crusher, bahan pengikat dipergunakan aspal minyak penetrasi 60/70 dan buton granular aspal (BGA).

## MATERIAL YANG DIGUNAKAN

Penggunaan material dalam studi eksperimental ini adalah mengikuti ketentuan gradasi kombinasi agregat yang dibuat dalam tiga komposisi penggunaan BGA. Agregat kasar dan halus yang digunakan dalam studi ini sekitar 93.5% - 95.5% dari total campuran aspal. Agregat kasar berasal dari sungai Jeneberang gowa, agregat pecah sedang dan filler yang digunakan berasal dari daerah yang sama yaitu sungai Jeneberang gowa. Agregat kasar ukuran maksimum 19 mm. Hasil pemeriksaan properties agregat kasar dan halus ditampilkan pada Tabel 1.

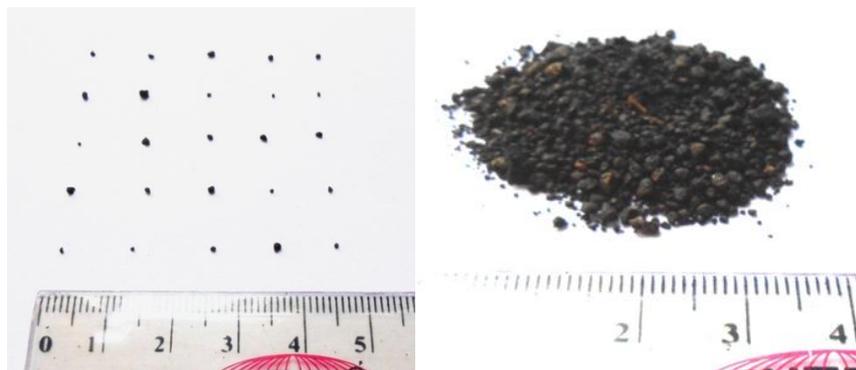
**Tabel 1** Properties Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Hasil
Agregat kasar		
Abrasi (%)	SNI 03-2417-1991	22.64
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	96
Partikel pipih dan lonjong	ASTM D-4791	8.21
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	0
Agregat halus		
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	83.90
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	7
Angularitas	SNI 03-6877-2002	90

Digunakan aspal penetrasi 60/70 merupakan jenis yang banyak digunakan sebagai bahan pengikat campuran aspal panas di Indonesia. Hasil pemeriksaan properties aspal di perlihatkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Properties Aspal Penetrasi 60/70

Pengujian	Standar	Hasil
Penetrasi (25°C)	SNI 06-2456-1991	65
Titik lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	52
Titik nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	310
Daktalitas (25°C)	SNI 06-2432-1991	110
Berat jenis	SNI 06-2441-1991	1.01
Penurunan berat (dengan TFOT)	SNI 06-2440-1991	0.2
Penetrasi setelah TFOT	SNI 06-2456-1991	54
Daktalitas setelah TFOT	SNI 06-2432-1991	25

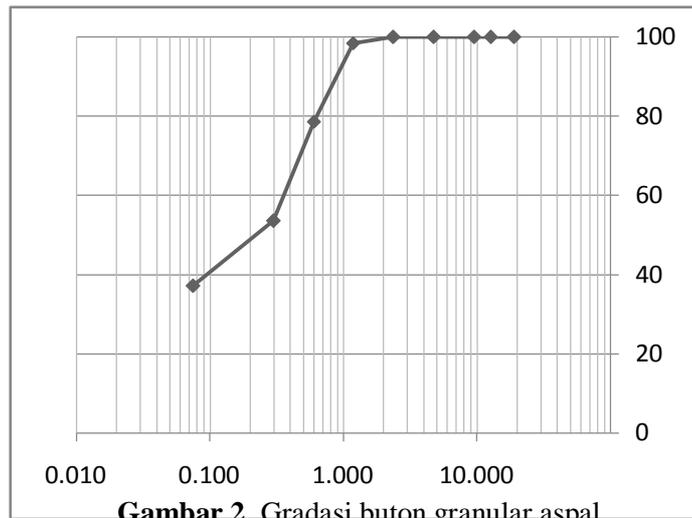


**Gambar 1** Butir buton granular aspal

Gambar 1 memperlihatkan asbuton dalam bentuk butir buton granular aspal (BGA). Buton granular aspal yang digunakan berasal dari pulau buton propinsi Sulawesi Tenggara yang telah diolah secara mekanis sehingga memiliki ukuran butiran yang lebih seragam dan kadar air yang rendah. Properties BGA diperlihatkan pada Tabel 3. Gradasi BGA setelah diekstrak menghasilkan mineral dengan gradasi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2. Komposisi kimia bitumen pada asbuton memperlihatkan kandungan senyawa nitrogen base yang tinggi hal ini menunjukkan bahwa bitumen dari asbuton memiliki pelekatan yang baik. Namun dilihat dari karakteristik lainnya, bitumen asbuton memiliki nilai penetrasi yang rendah dan getas. Agar asbuton dapat dimanfaatkan pada perkerasan fleksibel jalan maka karakteristik asbuton harus direkayasa sehingga memiliki karakteristik seperti aspal minyak.

**Tabel 3** Properties Buton Granular Aspal

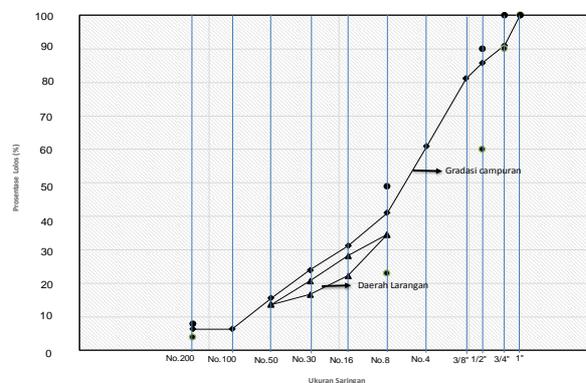
Pengujian	Standart	Hasil
Kadar bitumen asbuton (%)	SNI 03-3640-1994	23.00
Kadar mineral asbuton (%)	SNI 03-3640-1994	77.00
Kadar air (%)		1.7
Penetrasi		16
Titik Lembek Aspal		86
Titik nyala sebelum ekstrak		168



Gambar 2. Gradasi buton granular aspal

## CAMPURAN ASPAL AC BC

Pada tulisan ini campuran aspal AC BC dibuat dalam tiga variasi kadar BGA. Presentase buton granular aspal yang akan ditambahkan pada aspal minyak bervariasi dari 0% (murni aspal minyak) atau campuran kontrol, campuran dengan kadar BGA 5% dan campuran dengan kadar BGA 8%. Campuran aspal AC BC dalam penelitian ini menggunakan aspal minyak penetrasi 60/70 dengan variasi 4.5-6.5% interval 0.5% terhadap berat total campuran aspal. Pada campuran aspal yang diteliti digunakan gradasi sebagaimana pada gambar 3



Gambar 3. Gradasi campuran aspal beton

## METODE TEST

### MARSHALL TEST

Pengujian metode Marshall dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari campuran aspal concrete bearing coarse (AC BC), untuk mendapatkan stabilitas dan flow dibaca langsung dengan dial. Sampel dibuat dengan beberapa variasi buton granular aspal yang ditambahkan pada aspal minyak untuk mendapatkan campuran aspal yang memberikan hasil terbaik. Semua sampel dibuat dengan mengacu pada SNI-06-2489-1991 (tes standar untuk stabilitas marshall).

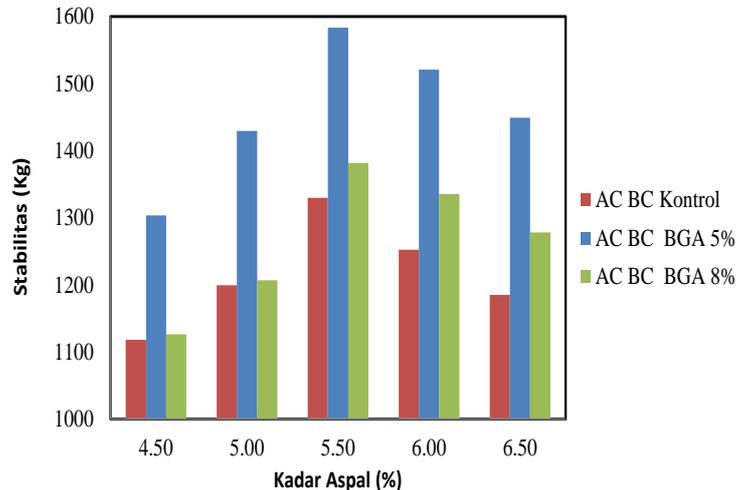
## CANTABRO TEST

Pengujian cantabro merupakan pengujian untuk mengetahui berat sampel yang hilang setelah dilakukan test abrasi menggunakan alat mesin Los Angeles. Benda uji dibuat dengan diameter 101.6 mm dan dipadatkan kedua sisinya 2x75 tumbukan. Benda uji Campuran aspal AC BC dicampurkan pada temperatur  $\pm 150^{\circ}\text{C}$ . Sampel diletakkan dalam drum Los Angeles tanpa bola dan diputar sebanyak 300 putaran.

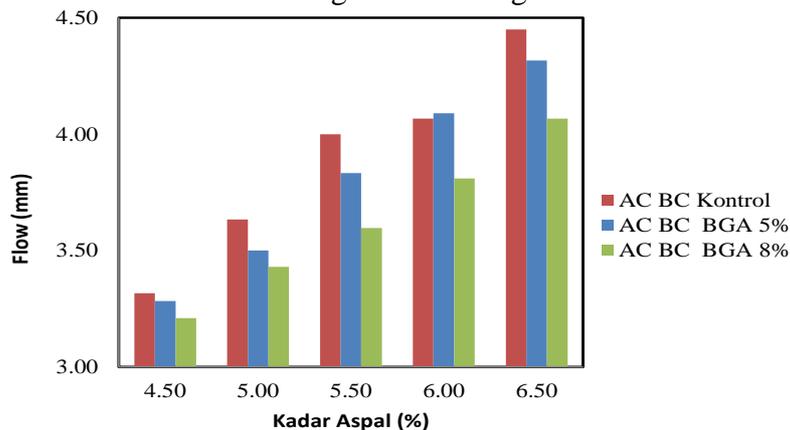
## HASIL PENELITIAN

### KARAKTERISTIK MARSHALL

Gambar 4 memperlihatkan bahwa nilai stabilitas campuran aspal AC BC tanpa BGA (kontrol) lebih rendah dari pada campuran aspal AC BC dengan BGA. Ini menunjukkan bahwa penggunaan BGA dalam campuran aspal memberikan pengaruh yang positif. Penambahan BGA 5% pada campuran aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas sebesar 19% terhadap campuran kontrol dan 15% terhadap campuran aspal dengan 8% BGA. Nilai stabilitas Marshall tertinggi diberikan pada kadar aspal 5.5%.



Gambar 4. Hubungan kadar dengan stabilitas

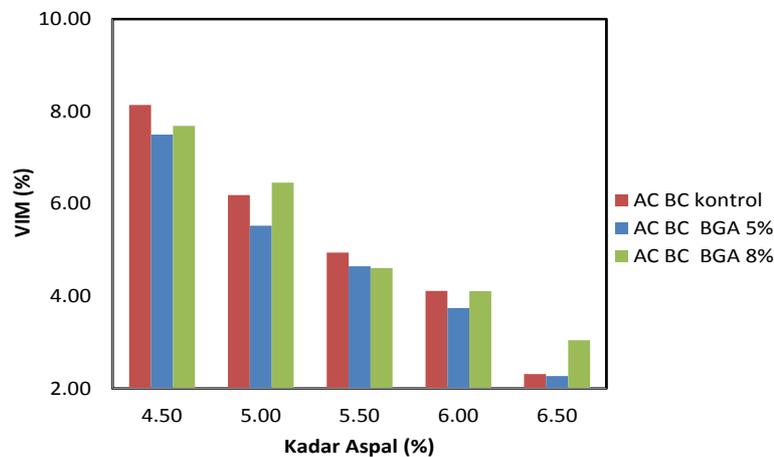


Gambar 5. Hubungan kadar dengan flow

Nilai Flow menunjukkan bahwa besarnya deformasi yang terjadi pada campuran aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Nilai Flow digunakan sebagai salah parameter

untuk menilai kelenturan suatu campuran aspal. Parameter kadar aspal dalam campuran, suhu, gradasi agregat sangat mempengaruhi tingkat kelelahan. Campuran yang memiliki stabilitas yang tinggi dan kelelahan yang rendah menunjukkan campuran tersebut peka terhadap keretakan. kecenderungan nilai kelelahan campuran naik seiring dengan penambahan persentase kadar aspal.

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai flow semakin bertambah besar seiring dengan penambahan persentase kadar aspal dalam campuran aspal. Nilai kelelahan (flow) pada seluruh proporsi campuran aspal AC BC tanpa BGA, campuran aspal dengan 5% BGA dan campuran aspal dengan 8% BGA lebih besar dari 3mm. Pada gambar 5 menunjukkan bahwa pada campuran yang tidak menggunakan BGA (kontrol) memiliki nilai kelelahan lebih tinggi jika di bandingkan dengan campuran aspal dengan 5% BGA dan 8% BGA, hal ini mengindikasikan bahwa butiran agregat pada campuran aspal tanpa BGA akan lebih mudah bergeser dan membuat campuran aspal lebih lentur. Kondisi sebaliknya untuk campuran aspal yang menggunakan BGA karena nilai flow yang cenderung menurun sehingga campuran aspal lebih kaku.



**Gambar 6.** Hubungan kadar dengan VIM

*Void in Mix* (VIM) merupakan salah satu parameter utama yang digunakan dalam perencanaan perkerasan untuk menentukan kadar aspal optimum. *Cracking* disebabkan karena rongga udara yang berlebihan dalam campuran, sedangkan rongga udara yang terlalu kecil dalam campuran berpotensi menyebabkan terjadinya aliran plastic atau blending (Ahmedzade P. dkk, 2008; Tayfur S. dkk, 2007). Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VIM ditunjukkan pada gambar 6. Nilai VIM pada semua komposisi campuran aspal bertambah kecil dengan bertambahnya bitumen dalam campuran aspal.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Cantabro

Kadar Aspal (%)	Pengujian Cantabro		
	BGA 0 %	BGA 5 %	BGA 8 %
5	1.14	2.58	5.08

Dari Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian cantabro test untuk campuran aspal AC BC dengan BGA 0 % (kontrol) pada kadar aspal 5,5% memiliki nilai cantabro 1.14, campuran aspal dengan BGA 5% memiliki nilai cantabro 2.58 dan campuran aspal AC BC dengan

BGA 8% memberikan nilai cantabro sebesar 5.08%. Ini dapat menjelaskan bahwa semakin banyak BGA dalam campuran aspal akan semakin getas campuran tersebut.

## **KESIMPULAN**

1. Nilai stabilitas campuran aspal dengan penambahan BGA akan memberikan nilai lebih tinggi dibanding dengan campuran normal tanpa BGA. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran aspal dengan penggunaan BGA lebih tahan dan memiliki kemampuan memikul beban lebih besar dibanding dengan campuran normal
2. Campuran aspal yang menggunakan BGA memiliki nilai flow lebih rendah dibanding campuran tanpa BGA, hal ini mengindikasikan campuran aspal tersebut lebih kaku dibanding dengan campuran aspal tanpa BGA.
3. Nilai cantabros memberikan penjelasan bahwa semakin tinggi nilai BGA dalam campuran aspal AC BC maka akan semakin getas suatu campuran sehingga mudah rapuh. Nilai cantabro pada campuran normal, penambahan BGA 5% dan 8% berturut-turut 1,14%, 2.58% dan 5.08%

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmedzade P., Yilmaz M. 2008. Effect of polyester resin additive on the properties of asphalt binders and mixtures. *Construct Built Material*, 22:480-486
- Furgon A., 2006, Hasil Pemurnian Asbuton Lawele sebagai bahan pada campuran beraspal pada campuran beraspal untuk perkerasan jalan, *Jurnal Jalan Jembatan Vol. 23 No. 3* Nopember, Bandung.
- Hermadi M., M. Sjahdanulirwan. 2008. Usulan spesifikasi campuran beraspal panas asbuton lawele untuk perkerasan jalan. *Jurnal Jalan Jembatan Vol. 25 No. 3* Desember, Bandung.
- Kurniadji, N., 2006, Tinjauan penambahan asbuton dalam campuran beraspal panas dari segi teknis dan financial, *Jurnal Jalan Jembatan Vol. 23 No. 3* Nopember, Bandung.
- Tayfur S., Ozen H., Aksoy A. 2007. Investigation of rutting performance of asphalt mixtures, containing polymer modifiers. *Sciencedirect* hal. 328 – 3

## ANALISIS PERBANDINGAN NILAI IRI BERDASARKAN VARIASI RENTANG PEMBACAAN NAASRA

**Doan Arinata Siahaan**  
Student  
Faculty of Engineering  
Civil Engineering Department  
Universitas Sumatera Utara  
Jln. Perpustakaan No. 1 Medan  
Telp: (+62) 85763163510  
[doan1771@gmail.com](mailto:doan1771@gmail.com)

**Medis Sejahtera Surbakti**  
Lecturer  
Faculty of Engineering  
Civil Engineering Department  
Universitas Sumatera Utara  
Jln. Perpustakaan No. 1 Medan  
Telp: (+62) 85763163510  
[medissurbakti@yahoo.com](mailto:medissurbakti@yahoo.com)

### Abstract

Pavement will cause tensions continuously due to traffic loads which may result in damage to the pavement. For this case, the detection and repair of damage early on pavement will prevent damage which may be developed into a pavement failure. Survey of the condition of the road is one of the early efforts made, in this case drive comfort is the most important part of the driver in assessing the road conditions which are influenced by the level of the ruggedness of road surface. To find out the level of flatness of the road, which is now developed method is the measurement of flatness roads using NAASRA methods with general settings on halda as 100 m, but with this setting, we can still found highly enough in ruggedness which has caused many feeling uncomfortable while driving. This is what underlies research of ruggedness or commonly known as IRI by comparing it with halda 50m and 200m in the general Settings.

This study uses the International Roughness Index (IRI) in determining the level of discomfort regarding road driving stability. IRI value is obtained from direct field observations using roughometer-NAASRA.

Based on the analysis result, getting a better result such as relatively small IRI value, therefore the settings halda 50 would be better used. But with a better rate the sensitivity of the road handling is likely reduced. This is in contrast with the halda settings 100 which will produce values that tend to be large, but with the result, the priority levels of handling will be better.

### Abstrak

Perkerasan, secara terus-menerus akan mengalami tegangan-tegangan akibat beban lalu-lintas yang dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Untuk hal ini, deteksi dan perbaikan kerusakan perkerasan secara dini pada perkerasan akan mencegah kerusakan yang mungkin dapat berkembang menjadi kegagalan perkerasan. Survei kondisi jalan merupakan salah satu upaya awal yang dilakukan, dalam hal ini kenyamanan berkendara merupakan bagian yang paling utama bagi pengemudi dalam menilai kondisi jalan yang dipengaruhi oleh tingkat ketidakrataan permukaan jalan. Untuk mengetahui tingkat kerataan jalan, metode yang sekarang berkembang adalah pengukuran kerataan jalan dengan menggunakan metode NAASRA dengan setingan umum pada halda adalah 100 m, namun dengan setingan ini masih banyak dijumpai ketidakrataan yang cukup tinggi yang menyebabkan ketidaknyamanan berkendara masih tetap terasa. Hal inilah yang mendasari dilakukan penelitian ketidakrataan atau secara umum yang dikenal sebagai IRI dengan membandingkan hal 50 m dan 200 m dengan setingan umum diatas.

Penelitian ini menggunakan metode *International Roughness Index* (IRI) dalam menentukan tingkat kemantapan jalan menyangkut ketidaknyamanan berkendara. Nilai IRI didapat dari tinjauan langsung di lapangan dengan menggunakan Roughometer-NAASRA.

Berdasarkan hasil analisis untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu nilai IRI yang relatif kecil, maka setingan halda 50 akan lebih baik digunakan. Namun dengan tingkat yang lebih baik maka sensitivitas penanganan jalan akan cenderung tereduksi. Hal ini berkebalikan dengan setingan halda 100 yang akan menghasilkan nilai yang cenderung lebih besar, namun dengan hasil yang didapat maka tingkatan prioritas penanganan akan lebih baik.

**Kata kunci:** *International Roughness Index (IRI), Metode NAASRA, Tingkat kemantapan jalan*

## **PENDAHULUAN**

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang terdiri dari beberapa lapisan yang menjadi satu kesatuan untuk memikul beban kendaraan yang lewat di atasnya dan bisa menyalurkan beban dari kendaraan tersebut dengan baik dari lapisan paling atas ke lapisan di bawahnya. Sebagai lapis perkerasan, struktur ini diharapkan dapat melayani lalu lintas dengan baik, aman, dan nyaman. Namun faktanya beberapa ruas jalan ada yang tidak dapat memenuhi harapan tersebut. Saat ini konstruksi perkerasan jalan tidak saja dituntut untuk melayani perkembangan lalu lintas dan beban kendaraan yang tinggi, tetapi juga dapat memperhatikan kenyamanan. (Sukirman, 1999)

Pengguna jalan umumnya lebih mengutamakan kerataan atau kenyamanan jalan, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan kondisi secara berkala. Pemeriksaan tersebut dimaksudkan untuk mengukur ketidakrataan jalan yang dapat digunakan dalam program perencanaan pemeliharaan ataupun peningkatan sehingga pelayanan bagi pengguna jalan dapat ditingkatkan. Untuk mengetahui tingkat kerataan jalan, metode yang sekarang berkembang adalah pengukuran kerataan jalan dengan menggunakan metode NAASRA dengan setingan Halda 100 m.

Berdasarkan hal tersebut di atas, melatarbelakangi dilakukannya telaah teknis dalam menganalisis perbandingan nilai ketidakrataan permukaan jalan berdasarkan rentang pembacaan NAASRA yang secara umum menggunakan rentang 100 m terhadap rentang lain yang berbeda yaitu pada rentang 50 m dan 200 m.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai ketidakrataan jalan pada setingan rentang 100 m, menganalisis perbandingan nilai ketidakrataan berdasarkan setingan rentang 100 m dengan rentang 50 m dan 200 m, serta mengurutkan prioritas perbaikan kerusakan perkerasan yang terjadi.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Penilaian terhadap kondisi perkerasan jalan merupakan aspek yang paling penting dalam hal menentukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan jalan. Agar jalan dapat tetap mengakomodasi kebutuhan pergerakan dengan tingkat layanan tertentu maka perlu dilakukan suatu usaha untuk menjaga kualitas layanan jalan, dimana salah satu usahanya adalah merevaluasi kondisi permukaan jalan. Nilai kondisi jalan ini nantinya dijadikan acuan untuk menentukan jenis program revaluasi yang harus dilakukan, apakah itu program peningkatan, pemeliharaan berkala, ataupun pemeliharaan rutin.

### **Kerusakan Perkerasan Lentur**

Secara umum jenis kerusakan jalan dapat dibagi dalam dua kategori yaitu:

#### **1. Kerusakan Struktural**

Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian atau keseluruhannya, yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu mendukung beban lalu lintas. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian lapisan ulang (overlay) atau perbaikan kembali terhadap lapisan perkerasan yang ada.

#### **2. Kerusakan Fungsional**

Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan tersebut. Kerusakan ini dapat berhubungan atau tidak dengan kerusakan struktural. Pada kerusakan fungsional, perkerasan jalan masih

mampu menahan beban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapisan permukaan perkerasan harus dirawat agar permukaan kembali baik.

Pada prinsipnya jenis kerusakan fungsional akan menurunkan tingkat kenyamanan dan keamanan pengguna jalan seperti :

1. Meningkatkan kebisingan akibat gesekan roda dan permukaan jalan
2. Meningkatkan resiko cipratan air (water splashing) pada saat permukaan basah
3. Meningkatkan resiko tergelincir saat menikung di saat permukaan basah
4. Meningkatkan resiko tergelincir saat mengerem di saat permukaan basah maupun kering

Indikasi yang menunjukkan kearah kerusakan jalan, baik kerusakan fungsional dan kerusakan struktural dapat bermacam-macam yang dapat dilihat dari bentuk dan proses terjadinya. Indikasi yang timbul pada permukaan perkerasan dapat mempengaruhi nilai kekasaran pada perkerasan. Secara garis besar, kerusakan pada perkerasan beraspal dapat dikelompokkan atas empat modus kejadian, yaitu: retak, cacat permukaan, deformasi, dan cacat tepi perkerasan.

**Tabel 1.** Jenis Kerusakan Perkerasan Beraspal

MODUS	JENIS	CIRI
• Retak	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Retak memanjang</li> <li>▪ Retak melintang</li> <li>▪ Retak tidak beraturan</li>   <li>▪ Retak selip</li> <li>▪ Retak blok</li>   <li>▪ Retak buaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memanjang searah sumbu jalan</li> <li>▪ Melintang tegak lurus sumbu jalan</li> <li>▪ Tidak berhubungan dengan pola tidak jelas</li> <li>▪ Membentuk parabola atau bulan sabit</li> <li>▪ Membentuk poligon, spasi jarak &gt; 300 mm</li> <li>▪ Membentuk poligon, spasi jarak &lt; 300 mm</li> </ul>
• Deformasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alur</li> <li>▪ Keriting</li> <li>▪ Amblas</li> <li>▪ sungkur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ penurunan sepanjang jejak roda</li> <li>▪ penurunan reguler melintang, berdekatan</li> <li>▪ cekungan pada lapis permukaan</li> <li>▪ peninggian lokal pada lapis permukaan</li> </ul>
• Cacat Permukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lubang</li>   <li>▪ Delaminasi</li>   <li>▪ Pelepasan butiran</li>   <li>▪ Pengausan</li> <li>▪ Kegemukan</li>   <li>▪ Tambalan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tergerusnya lapisan aus di permukaan perkerasan yang berbentuk seperti mangkok</li> <li>▪ Terkelupasnya lapisan tambah pada perkerasan yang lama</li> <li>▪ Lepasnya butir-butir agregat dari permukaan</li> <li>▪ Ausnya batuan sehingga menjadi licin</li> <li>▪ Pelelehan aspal pada permukaan perkerasan</li> <li>▪ Perbaikan lubang pada permukaan perkerasan</li> </ul>
• Cacat Tepi Permukaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gerusan tepi</li> <li>▪ Penurunan tepi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lepasnya bagian tepi perkerasan</li> <li>▪ Penurunan bahu jalan dari tepi perkerasan</li> </ul>

Sumber : Teknik Pengelolaan Jalan, Seri Panduan Pemeliharaan Jalan Kabupaten (2005)

### **International Roughness Index (IRI)**

*International Roughness Index* adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan. Parameter *Roughness* dipresentasikan dalam suatu skala yang menggambarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dirasakan pengendara. Ketidakrataan permukaan perkerasan jalan tersebut merupakan fungsi dari potongan memanjang dan melintang permukaan jalan.

Tingkat kerataan jalan (IRI) ini merupakan salah satu faktor/fungsi pelayanan (functional performance) dari suatu perkerasan jalan yang sangat berpengaruh pada kenyamanan (*riding quality*), dimana indikator teknis untuk menilai performansi permukaan jalan adalah nilai IRI (*International Roughness Index*), yaitu besaran ukuran yang menggambarkan nilai ketidakrataan permukaan yang diindikasikan sebagai panjang kumulatif turun naiknya permukaan per satuan panjang. Kerataan permukaan jalan dianggap sebagai resultante kondisi perkerasan jalan secara menyeluruh. Jika cukup rata maka jalan dianggap baik mulai dari lapis bawah sampai dengan lapis atas perkerasan jalan dan demikian sebaliknya. (Hikmat Iskandar 2005)

Nilai IRI dinyatakan dalam meter turun naik per kilometer panjang jalan (m/km). jika nilai IRI = 10 m/km, artinya jumlah amplitude (naik dan turun) permukaan jalan sebesar 10 m dalam tiap km panjang jalan. Semakin besar nilai IRI-nya, maka semakin buruk keadaan permukaan perkerasan.

### **Kondisi dan Kemantapan Jalan**

Kondisi jalan adalah suatu hal yang sangat perlu diperhatikan dalam menentukan program pemeliharaan jalan. Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (1992), kondisi jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Jalan dengan kondisi baik adalah jalan dengan permukaan perkerasan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan.
2. Jalan dengan kondisi sedang adalah jalan dengan kerataan permukaan perkerasan sedang, mulai ada gelombang tetapi tidak ada kerusakan permukaan.
3. Jalan dengan koondisi rusak ringan adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan (kurang dari 20% dari luas jalan yang ditinjau).
4. Jalan dengan kondisi rusak berat adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti bergelombang, retak-retak buaya, dan terkelupas yang cukup besar (20-60 % dari ruas jalan yang ditinjau) disertai dengan kerusakan lapis pondasi seperti amblas, sungkur, dan sebagainya.

Adapun definisi dari masing-masing istilah kemantapan jalan sdalah sebagi berikut

1. Jalan Mantap Konstruksi adalah jalan dengan kondisi konstruksi di dalam koridor mantap yang mana untuk penanganannya hanya membutuhkan kegiatan pemeliharaan. Jalan mantap konstruksi ditetapkan menurut Standar Pelayanan Minimal adalah jalan dalam kondisi baik dan sedang, dimana dalam studi ini digunakan batasan dengan besar IRI < 8 m/km.
2. Jalan tak Mantap adalah jalan dengan kondisi di luar koridor mantap yang mana untuk penanganannya minimumnya adalah pemeliharaan berkala dan maksimum peningkatan jalan dengan tujuan untuk menambah nilai struktur konstruksi.

Direktorat Jenderal Bina Marga menggunakan parameter *International Roughness Index* (IRI) dalam menentukan kondisi konstruksi jalan, yang dibagi atas empat kelompok. Berikut ditampilkan Tabel 2 penentuan kondisi ruas jalan dan kebutuhan penanganannya:

**Tabel 2.** Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan

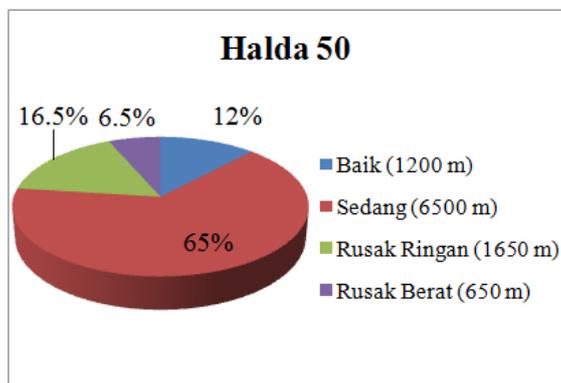
Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan	Tingkat Kemantapan
Baik	IRI rata-rata $\leq 4,0$	Pemeliharaan Rutin	Jalan Mantap
Sedang	$4,1 \leq$ IRI rata-rata $\leq 8,0$	Pemeliharaan Berkala	
Rusak Ringan	$8,1 \leq$ IRI rata-rata $\leq 12$	Peningkatan jalan	Jalan Tidak Mantap
Rusak Berat	IRI rata-rata $> 12$	Peningkatan Jalan	

## METODOLOGI

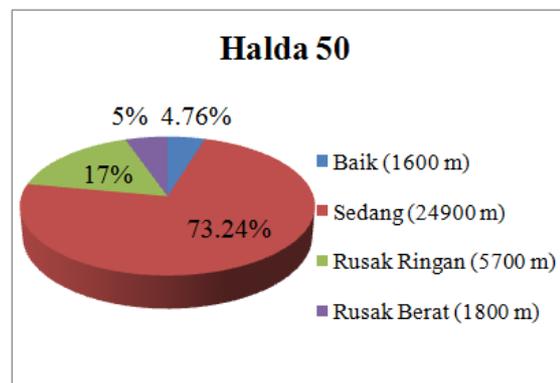
Penelitian ini mengambil studi pada tiga ruas jalan nasional di provinsi Sumatera Utara dengan pengamatan langsung di lapangan (survei lapangan), yaitu: Parapat-Batas Kabupaten Tapanuli Utara (10,000 km), Batas Kabupaten Simalungun-Silimbat (34,000 km) dan Silimbat- Batas Kabupaten Tapanuli Utara (11,000 km) sehingga total panjang ruas jalan yang ditinjau adalah 55,000 km.

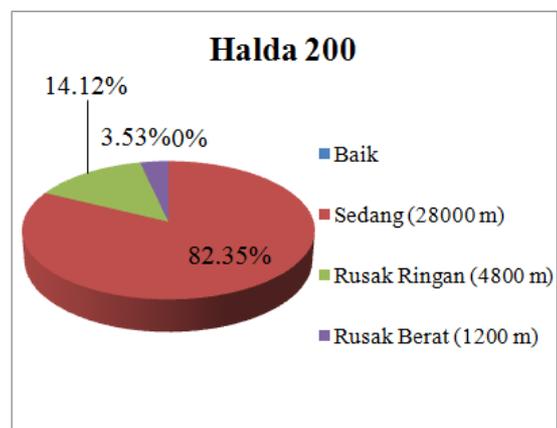
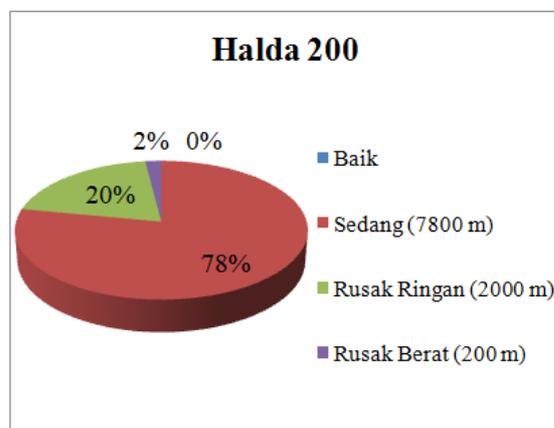
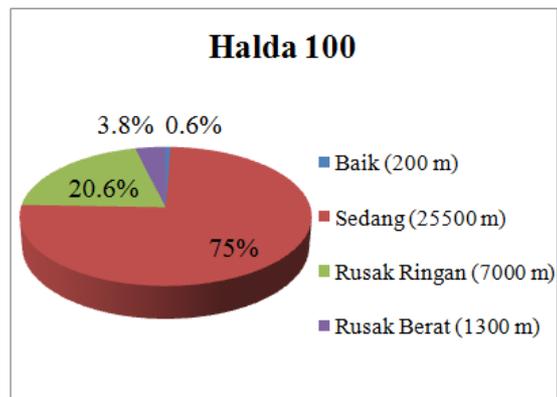
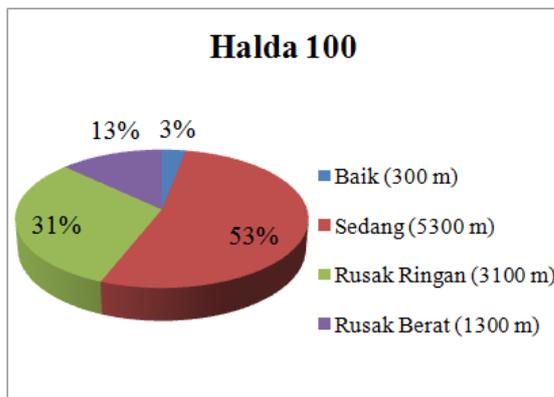
## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

No Ruas 066 (10 Km)

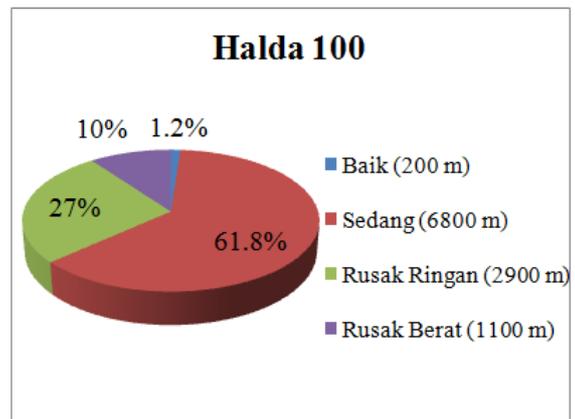
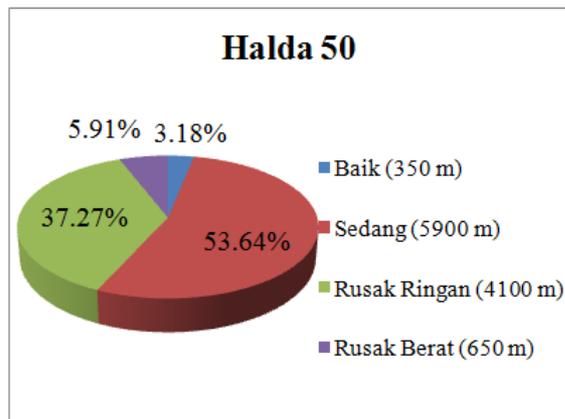


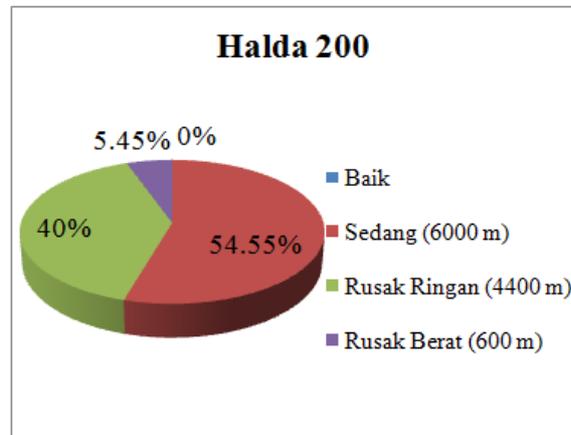
No Ruas 067 (34 Km)





No Ruas 068 (11 Km)





**Tabel 3.** Panjang Jalan Berdasarkan Kondisi Fisik Perkerasan

No Ruas	Setingan Halda	Panjang Jalan	Nilai Kemantapan Jalan			
			Mantap		Tidak Mantap	
066	Halda 50	10 Km	77%	7700 m	23%	2300 m
	Halda 100		56%	5600 m	44%	4400 m
	Halda 200		78%	7800 m	22%	2200 m
067	Halda 50	34 Km	78%	26500 m	22%	7500 m
	Halda 100		75.6%	25700 m	24.4%	8300 m
	Halda 200		82.35%	28000 m	17.65%	6000 m
068	Halda 50	11 Km	56.82%	6250 m	43.18%	4750 m
	Halda 100		63%	7000 m	37%	4000 m
	Halda 200		54.55%	6000 m	45.45%	5000 m

**Tabel 4.** Persentase Kemantapan Jalan

No Ruas	Setingan Halda	Panjang Jalan	Kondisi Jalan							
			Baik (meter)	(%)	Sedang (meter)	(%)	Rusak Ringan (meter)	(%)	Rusak Berat (meter)	(%)
066	Halda 50	10 Km	1200	12%	6500	65%	1650	16.50%	650	6.50%
	Halda 100		300	3%	5300	53%	3100	31%	1300	13%
	Halda 200		-	0%	7800	78%	2000	20%	200	2%
067	Halda 50	34 Km	1600	4.76%	24900	73.24%	5700	17%	1800	5%
	Halda 100		200	0.60%	25500	75%	7000	20.60%	1300	3.80%
	Halda 200		-	0%	28000	82.35%	4800	14.12%	1200	3.53%
068	Halda 50	11 Km	350	3.18%	5900	53.64%	4100	37.27%	650	5.91%
	Halda 100		200	1.20%	6800	61.80%	2900	27%	1100	10%
	Halda 200		-	0%	6000	54.55%	4400	40%	600	5.45%

Dari data yang diperoleh, dapat dilihat pada table 3 bahwa pada setingan Halda 50 untuk ketiga ruas jalan Nasional akan menghasilkan panjang ruas jalan kondisi baik lebih besar dibandingkan dengan setingan Halda 100 dan 200, yang ditandai dengan panjang ruas jalan sepanjang 1200 m, 1600 m dan 350 m.

Namun pada kondisi sedang, rusak ringan, dan rusak berat, terdapat variasi yang tidak didominasi pada setingan halda tersebut, seperti untuk ruas jalan 066. Panjang ruas jalan dengan kondisi sedang akan dihasilkan oleh setingan Halda 200 sepanjang 7800 m, disusul setingan Halda 50 sepanjang 6500 m, dan terakhir setingan Halda 100 sepanjang 5300 m. Variasi ini juga terdapat untuk ruas jalan nasional 067 dan 068.

Besarnya nilai ketidakrataaan jalan yang ditinjau dipengaruhi oleh besarnya nilai NAASRA yang didapat pada saat survei, dimana semakin besar nilai NAASRA yang dihasilkan maka semakin besar pula nilai ketidakrataaan (IRI) jalan tersebut yang akan menghasilkan kondisi rusak ringan dan rusak berat semakin panjang.

Faktor penyebab nilai NAASRA bertambah ialah kuantitas dan letak dari jenis kerusakan aspal yang semakin meluas, dimana dengan tidak adanya penanganan serius maka tingkat kualitas dari jalan akan menurun drastis yang disebabkan oleh lalu lintas harian yang membebani jalan nasional cenderung dilewati oleh kendaraan berat, mengingat jalan nasional merupakan jalan penghubung antar ibukota provinsi yang berfungsi dalam pemenuhan kebutuhan akan barang dan jasa untuk masing-masing wilayah.

Hal dasar yang jadi pembeda pada pembacaan ialah setingan jarak, dimana dengan jarak yang lebih kecil maka kuantitas kerusakan aspal yang terlingkup akan semakin berkurang, yang menyebabkan perolehan nilai IRI cenderung mengecil.

Untuk mencapai kondisi jalan dengan nilai IRI yang lebih kecil, maka setingan Halda yang sebaiknya dipakai ialah yang lebih kecil karena akan menghasilkan nilai kemantapan yang lebih dominan ( seperti terlihat pada ruas 066 & 067). Hal ini juga sebenarnya dapat juga diperoleh dengan setingan Halda 200, namun dalam pemberian kondisi jalan baik setingan Halda ini tidak memberikan hasil. Kemantapan jalan yang diperoleh semata-mata hanya dari hasil kondisi jalan sedang.

Dari paparan tersebut didapat kesimpulan awal bahwa setingan Halda 50 cenderung lebih baik dari setingan Halda 200. Dengan hasil kemantapan yang diperoleh dari kedua jenis setingan Halda tersebut, maka penanganan yang diberikan akan semakin rendah karena hasil yang didapat. Hal ini berbeda dengan perolehan setingan Halda 100, dimana hasilnya memberikan kondisi ketidakmantapan jalan lebih besar, bila ditinjau dari hasil maka setingan ini akan memerlukan penanganan yang lebih ekstra dibandingkan dengan kedua setingan sebelumnya.

Kondisi demikian didukung dari perolehan data yang didapat, bahwa dengan menggunakan setingan Halda 50 dan 200 maka akan menghasilkan nilai kemantapan yang lebih baik dari setingan Halda 100 yaitu pada no ruas 066 yang menunjukkan nilai kemantapan sebesar 77% atau sepanjang 7700 m dan no ruas 067 sebesar 78% atau sepanjang 26500 m untuk setingan Halda 50 serta untuk setingan Halda 200 akan menghasilkan nilai kemantapan sebesar 78% atau 7800 m untuk no ruas 066 dan sebesar 82.35% atau sebesar 28800 m untuk no ruas 067. Namun untuk kedua ruas jalan tersebut kondisinya berbeda dengan setingan Halda 100 dimana pada setingan ini nilai ketidakmantapannya justru lebih besar. Sehingga dari analisis tersebut didapat suatu hasil, dimana untuk memberikan hasil yang lebih baik maka setingan Halda 50 dan 200 akan lebih dianjurkan karena akan memberikan hasil yang lebih baik, namun dengan hasil ini maka sensitivitas prioritas penanganan

tehadapnya akan tereduksi. Hal ini berkebalikan dengan setingan Halda 100 dimana hasil yang diberikan memang tidak sebaik setingan Halda diatas, namun dengan hasil yang diperoleh maka prioritas terhadap penanganannya akan lebih serius dibanding dengan kedua setingan Halda sebelumnya. Hal ini dikarenakan dengan kondisi ketidakmampuan akan mengacu pada kerusakan ringan dan berat dimana kondisi yang sedemikian maka kerusakan akan lebih cepat meluas.

## **KESIMPULAN**

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu nilai IRI yang relative kecil, maka setingan halda 50 akan lebih baik digunakan. Namun dengan tingkat yang lebih baik maka sensitivitas penanganan jalan akan cenderung tereduksi. Hal ini berkebalikan dengan setingan halda 100 yang akan menghasilkan nilai yang cenderung lebih besar, namun dengan hasil yang didapat maka tingkatan prioritas penanganan akan lebih baik.
2. Prioritas penanganan jalan yang dapat dilakukan ialah:

Ruas 066

Untuk Halda 50

Pemeliharaan Rutin sepanjang = 1200 m

Pemeliharaan Berkala sepanjang = 6500 m

Peningkat Jalan sepanjang = 2300 m

Untuk Halda 100

Pemeliharaan Rutin sepanjang = 300 m

Pemeliharaan Berkala sepanjang = 5300 m

Peningkat Jalan sepanjang = 4400 m

Untuk Halda 200

Pemeliharaan Rutin sepanjang = -

Pemeliharaan Berkala sepanjang = 7800 m

Peningkat Jalan sepanjang = 2200 m

Ruas 067

Untuk Halda 50

Pemeliharaan Rutin sepanjang = 1600 m

Pemeliharaan Berkala sepanjang = 24900 m

Peningkat Jalan sepanjang = 7500 m

Untuk Halda 100

Pemeliharaan Rutin sepanjang = 200 m

Pemeliharaan Berkala sepanjang = 25500 m

Peningkat Jalan sepanjang = 8300 m  
Untuk Halda 200  
Pemeliharaan Rutin sepanjang = -  
Pemeliharaan Berkala sepanjang = 28000 m  
Peningkat Jalan sepanjang = 6000 m

Ruas 068

Untuk Halda 50  
Pemeliharaan Rutin sepanjang = 350 m  
Pemeliharaan Berkala sepanjang = 5900 m  
Peningkat Jalan sepanjang = 4100 m  
Untuk Halda 100  
Pemeliharaan Rutin sepanjang = 200 m  
Pemeliharaan Berkala sepanjang = 6800 m  
Peningkat Jalan sepanjang = 4000 m  
Untuk Halda 200  
Pemeliharaan Rutin sepanjang = -  
Pemeliharaan Berkala sepanjang = 6000 m  
Peningkat Jalan sepanjang = 5000 m

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Linda Fitriani dan Fredy Manalu yang telah mendukung penelitian ini melalui pemakaian alat yang boleh dipergunakan. Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada teman sejawat Doan Sinurat dan Syamsul Sinurat untuk kesediaan waktu dalam pengambilan data.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Hardiyatmo, H.T. 2009. "Pemeliharaan Jalan Raya". Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Laporan Singkat Pelatihan NAASRA, Dipstick Z-250, ATC-M420 dan BB di Provinsi Kepulauan Riau.
- Mulyono, A.T, dan Bambang Riyanto. 2005. "Telaah Teknis Terhadap Kinerja Mutu Perkerasan Jalan Nasional dan Propinsi". Media Komunikasi Teknik Sipil.
- Mulyono, A.T. 2007. "Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standard Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik". Semarang.

- Suswandi, A., Wardhani Sartono dan Hary Chritady H. 2008. “Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Untuk Menunjang Pengambilan Keputusan”. Forum Teknik Sipil.
- Tata Cara Survei Kerataan Permukaan Perkerasan Jalan dengan Alat Ukur Kerataan NAASRA. SNI 03-3426-1994
- Teknik Pengelolaan Jalan. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi.

# GENERALIZED LINEAR AND GENERALIZED ADDITIVE MODELS IN STUDIES OF MOTORCYCLE ACCIDENT PREDICTION MODELS FOR THE NORTH-SOUTH ROAD CORRIDOR IN SURABAYA

## Machsus

Doctor Candidate in Civil Engineering Dept,  
University of Brawijaya, Malang, and Lecture at  
Dept. of Civil Engineering, Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember Surabaya,  
Jln. Menur 127, Kampus ITS Manyar, Surabaya,  
65116,

Telp: (031) 5947637

[machsus@ce.its.ac.id](mailto:machsus@ce.its.ac.id)

## Achmad Wicaksono

Associate Professor on  
Civil Engineering Department, University of  
Brawijaya, Malang, Indonesia

Jln. MT. Haryono 16, Kampus UB Malang,  
65145,

Telp: (0341) 580120

[wicaksono@ub.ac.id](mailto:wicaksono@ub.ac.id)

## Harnen Sulistio

Professor on Civil Engineering Department,  
University of Brawijaya, Malang, Indonesia  
Jln. MT. Haryono 16, Kampus UB Malang, 65145,

Telp: (0341) 580120

[harnen@ub.ac.id](mailto:harnen@ub.ac.id)

## Ludfi Djakfar

Associate Professor on Civil Engineering  
Department, University of Brawijaya, Malang,  
Indonesia

Jln. MT. Haryono 16, Kampus UB Malang, 65145,

Telp: (0341) 580120

[ldjakfar@ub.ac.id](mailto:ldjakfar@ub.ac.id)

## Abstract

One of the advances in the development of a model of traffic accidents is indicated by the availability of generalized linear models (GLMs) and generalized additive models (GAMs) in the regression analysis. This paper will discuss the motorcycle accident prediction models using GLMs and GAMs on the north-south road corridor in Surabaya. The first part will discuss the model prediction of traffic accidents, as well as providing a brief review related to the use of GLMs and GAMs in building models of accidents. Furthermore, application examples of GLMs and GAMs will be presented. To determine the effect of non-linear in each explanatory variable, smoothing the GAMs will be conducted in each variable gradually. Model diagnostic and interpretations will be done in the final part. The results of the application of GLMs and GAMs indicates that the development of predictive models of motorcycle accidents with statistical methods can be used to diagnose problems in road safety. GAMs produces better models than the GLMs in which its condition without using the Poisson distribution, as shown in the difference in the value of the model parameter  $R$ -sq.(Adj), deviance explained, and the GCV score. By using the Poisson distribution with a log link-function, it appears that GLMs and GAMs produce the same model parameter values.

**Key Words:** *Regression Analysis, Generalized linear models, Generalized additive models, Motorcycle accident prediction models, Urban roads, Surabaya.*

## Abstrak

Salah satu kemajuan dalam pengembangan model kecelakaan lalu lintas ditunjukkan dengan tersedianya generalized linear models (GLMs) dan generalized additive models (GAMs) dalam analisis regresi.

**Objective:** Pada paper ini akan dibahas pembuatan model prediksi kecelakaan sepeda motor dengan menggunakan GLMs dan GAMs pada ruas jalan koridor utara-selatan di Surabaya. Pada bagian awal akan dibahas model prediksi kecelakaan lalu lintas, serta memberikan review singkat terkait penggunaan GLMs dan GAMs dalam upaya pemodelan kecelakaan. Selanjutnya akan disajikan contoh aplikasi GLMs dan GAMs. Untuk mengetahui pengaruh non-linier pada tiap-tiap variable penjelas, maka pemulusan pada GAMs dilakukan secara bertahap dan dilakukan pada setiap variable. Pada bagian akhir dilakukan diagnostik model dan interpretasi. Hasil dari aplikasi GLMs and GAMs pada model prediksi kecelakaan sepeda motor menunjukkan bahwa pengembangan model prediksi kecelakaan sepeda motor dengan metode statistik dapat digunakan untuk mendiagnosis masalah keselamatan di jalan. GAMs menghasilkan model lebih baik dibandingkan dengan GLMs pada kondisi tanpa menggunakan distribusi poisson, seperti yang tampak pada

perbedaan nilai parameter model R-sq.(adj), deviance explained, dan GCV score. Dengan menggunakan distribusi poisson dengan link-function log, ternyata GLMs dan GAMs menghasilkan nilai parameter model yang sama.

**Kata Kunci:** Analisis regresi, Generalized linear models, Generalized additive models, Model prediksi kecelakaan sepeda motor, Ruas jalan perkotaan, Surabaya.

## INTRODUCTION

The study of traffic accidents prediction model continues to develop. Several previous studies that investigated the traffic accident on the road, including: Xie and Zhang (2008) who researched the roads in Toronto, Canada; Sobri (2010) researched a motorcycle accident on the road in Malang; Ackaah and Salifu (2011) who researched the roads in Ghana; and Polus A. and Cohen M. (2011) who researched the roads in Israel; Li, XG, Lord, D., & Zhang, Y. (2011) who evaluated the frontage road in Texas, as well as Machus et al. (2013) who researched the arterial roads in Surabaya.

Generalized Linear Models (GLMs) is used in the formation of an accident prediction model with data that are not assumed to be normally distributed. GLMs is able to describe the characteristics of traffic accidents, but this method is still considered to have limitations on the assumption of a linear relationship in the explanatory variables used (Machus, et al., 2013). Generalized Additive Models (GAMs) is introduced to overcome these limitations. GAMs has the ability related to the non-linear relationship in the explanatory variables, and the result of statistical interpretation. So, GAMs offer form of functionality which is more flexible than GLMs in the regression analysis.

The aim of this research to examine the application of GLMs and GAMs in studies of motorcycle accident prediction models on urban roads. This research is to develop a predictive model study of traffic accidents, especially studies related to motorcycle accidents on the north-south road corridor in Surabaya.

## A LITERATURE REVIEW ON ACCIDENT PREDICTION MODELS

Accident prediction models are used to estimate the frequency of traffic accidents. In addition, it can also be used to identify and determine the relationship among the factors affect such as: geometric, environmental, and operational from the road segments (BB Nambuusi., 2008; Chengye P., and P. Ranjitkar, 2013).

Originally, conventional linear regression approach is often used in the accident prediction modeling. In this approach, the accident data is assumed to be normally distributed with constant variants. But this theoretical distribution assumption cannot represent the distribution of traffic accident data well. Characteristics of traffic accident data are not able to be represented by a normal distribution, especially time distribution and place of occurrence (Taylor et al., 2002; Harnen S. et al., 2003, 2004, 2005, 2006, 2010).

Finally, the conventional linear regression approach is rarely used in the modeling of traffic accidents. Furthermore, GLMs and GAMs approach is used in the establishment of

an accident prediction modeling. Both of these approaches are considered to have advantages compared with conventional linear regression.

### **Accident Prediction Models Using GLMs**

GLMs method is the development of a linear model, which contains linear predictor component, exponential family distribution and Link-functions. GLMs development was pioneered by Nelder and Wedderburn (1972). GLMs model was developed to resolve existence of irregularities in the variance, or the response does not follow a normal distribution. This linear model uses the assumption that the response has exponential family distributions. Exponential family distribution is the distribution that is more general, such as: the Poisson, negative binomial, and the others (Nelder and Wedderburn, 1972; McCullagh and Nelder, 1989).

GLMs approach used in the modeling of traffic accidents in which in this approach, the data of traffic accidents was no longer assumed to be normally distributed. Distribution which is often used in the modeling of traffic accidents in the previous studies is the Poisson and the negative binomial distribution. Besides the two types of distribution, other distributions are also used: the geometric and logarithmic distribution (Harnen S. et al., 2003, 2004, 2006, 2010; Polus and Cohen, 2011).

The GLMs method with the assumed distribution is able to describe events randomly, discretely, and non-negatively, which are the characteristic of a traffic accident, but this quite popular method is still considered to have limitations. GLMs limitation lies in the assumption of linear relationships among the variables used in the modeling. If the predictive variable relationships with several explanatory variables on the data of traffic accident are non-linear pattern, but assumed to be linear, then the value of the significance of the results of the regression analysis would be reduced. Consequently, the resulting prediction model becomes less realistic (Xie and Zhang, 2008; Li, Lord, & Zhang, 2011).

### **Accident Prediction Models Using GAMs**

GAMs first developed by Hastie and Tibshirani in 1986. GAMs is the new types of modelling which was introduced in the statistics community to create a model of the observed data (Hastie and Tibshirani, 1990; Wood, 2006, 2003). Accident prediction models are mostly based on the assumption of a linear relationship between the predicted frequency of accidents and some of the explanatory variables, though not all of them are linear. If the predictive variable relationships with several explanatory variables on the data of traffic accident are non-linear pattern but assumed to be linear, then the value of the significance of the results of the regression analysis would be reduced, so that the resulting prediction model becomes less realistic.

To resolve the problem of limited GLMs the usage of neural network and support vector machine, which has a strong ability in a non-linear approach, and does not require a specific form of the function, are proposed. However, both methods are criticized for not presenting an explicit functional relationship and the results of statistical interpretation.

Therefore, GAMs was introduced as a new modeling method which has a strong ability to the non-linear approach and it can also show the results of the statistical interpretation. This method offers a more flexible functional form than generalized linear models (GLMs) and it allows to be more adaptive to variable interactions (Xie and Zhang, 2008; Li, Lord, & Zhang, 2011).

GAMs is a statistical method to determine the non-linear relationship between the response variable and the prediction variable (Hastie and Tibshirani, 1990). GAMs is an extension of the additive model by modeling the response variable, as an additive combination of univariate functions of the independent variables. This method can directly accommodate the existence the non-linear influence of the independent variables without having to know the explicit form of influence well (Hastie and Tibshirani, 1990). Thus, in a predictive modeling GAMs is better than the linear regression model when there is evidence of non-linear effect of the independent variables.

GAMs method has also been used in predictive modeling of traffic accidents. Xie and Zhang (2008), was the first to introduce GAMs in predicting the frequency of road accidents. His research results show that the GAMS provide a better ability to the non-linear approach than GLMs that retains the basic framework of GLMs.

According to Li, Lord, & Zhang (2011), although GAMs is more flexible than GLMs but it still has some limitations. Firstly, GAMs covers more parameters, therefore the estimated coefficients can be very complex, especially when the default values in the statistical software package is not used. Secondly, GAMs using smoothing Spline functions, so that it is possible that prediction coefficients cannot clearly presented or defined. Thirdly, the modeling results between GAMs and GLMs tend to be similar if the covariates are completely independent and dependent variables have a linear or exponential relationship with covariates.

GAMs use a smoothing function on each explanatory variable and it is very flexible in modeling the non-linear relationship (Xie and Zhang, 2008). Smoothing technique was first suggested by Ezekiel in 1941. Smoothing is basically a process which systematically can eliminate rough data pattern or fluctuate and can take data pattern that can be described in general. Non-parametric smoothing technique is used to model the relationship among the variables without assigning specific form of the regression function (Hastie and Tibshirani, 1990).

Smoothing is one of important steps in the estimation of GAMs. This process is necessary to predict the function of the independent variable. Smoother is a tool for summarizing the trend of the response as a function of one or more independent variables (Hestie and Tibshirani, 1990). Smoother does not require strong assumptions about the relationship form of the response variable with independent variables. Therefore, smoother is better known as a tool in a non-parametric regression (Hastie and Tibshirani, 1990).

Smoother has two functions: (1) to description, that a smoother can be used to improve the visual appearance of a scatter diagram of the variable response to the independent variable, so the tendency of the plot can be more precisely determined; and; (2) to estimate the dependence of a response variable to the independent variables (Hastie & Tibshirani, 1990).

## MATERIALS AND METHODS

Motorcycle accident data are reviewed are that occurred on the north-south road corridor in Surabaya, from Jl. Tanjung Perak to Jl. Achmad Yani. The road corridor is planned to be used as a route for the development of mass transit in Surabaya. The data collected include: number of motorcycle accidents, traffic volume, length of roads, and traffic speed, as in depicted in Table 1 below.

These motorcycle accident data were obtained from the Traffic Accident Unit, Surabaya Police, Indonesian National Police for 2009 to 2012. The traffic volume; vehicle speed, and geometric road were acquired from Surabaya Government Agencies, including: the Transportation Department, Department of Highways, Planning and Urban Development.

**Table 1:** Motorcycle accidents on the north-south road corridor in Surabaya

No	Road Names	Motorcycle Accident (McA)	Length of Road (LR)	Flow (FLOW)	Speed (SPEED)
1	Jl. Tanjung Perak	10.00	3,918.00	4480	44
2	Jl. Rajawali	3.50	1,180.00	4574	41
3	Jl. Jembatan Merah	0.50	700.00	2225	36
4	Jl. Veteran	1.25	738.00	2720	39
5	Jl. Pahlawan	1.50	1,220.00	5219	39
6	Jl. Kramat Gantung	0.25	600.00	1403	30
7	Jl. Gemblongan	1.25	400.00	3181	45.5
8	Jl. Tunjungan	2.00	910.00	4596	41
9	Jl. Gubernur Suryo	2.50	563.70	5226	45
10	Jl. PB. Sudirman	2.50	2,100.00	5723	36
11	Jl. Urip Sumoharjo	3.00	968.00	8595	38.5
12	Jl. Raya Darmo	23.75	4,056.00	8749	53
13	Jl. Wonokromo	11.25	1,160.00	10338	51
14	Jl. Achmad Yani	54.25	5,835.00	12565	55
15	Jl. Basuki Rahmat	8.50	1,229.00	6980	52.5
16	Jl. Embong Malang	3.75	770.00	6003	42.5
17	Jl. Blauran	2.25	276.00	4022	42
18	Jl. Bubutan	2.50	2,496.00	3482	41
19	Jl. Indrapura	8.75	2,847.00	3448	52

*Source:* Traffic Accident Unit, Surabaya Police, Indonesian National Police

In this study, two approaches are used: GLMs and GAMs approach. Algorithm flowchart of GLMS and GAMs application can be seen in Figure 1 below. The results of the application of the two approaches are compared, to be known the advantages and disadvantages. For the establishment of accident prediction models, the R software package is used. The R software, is software that is distributed as open source software so that it can be obtained and used for free and it is opens to be modified and developed continuously.

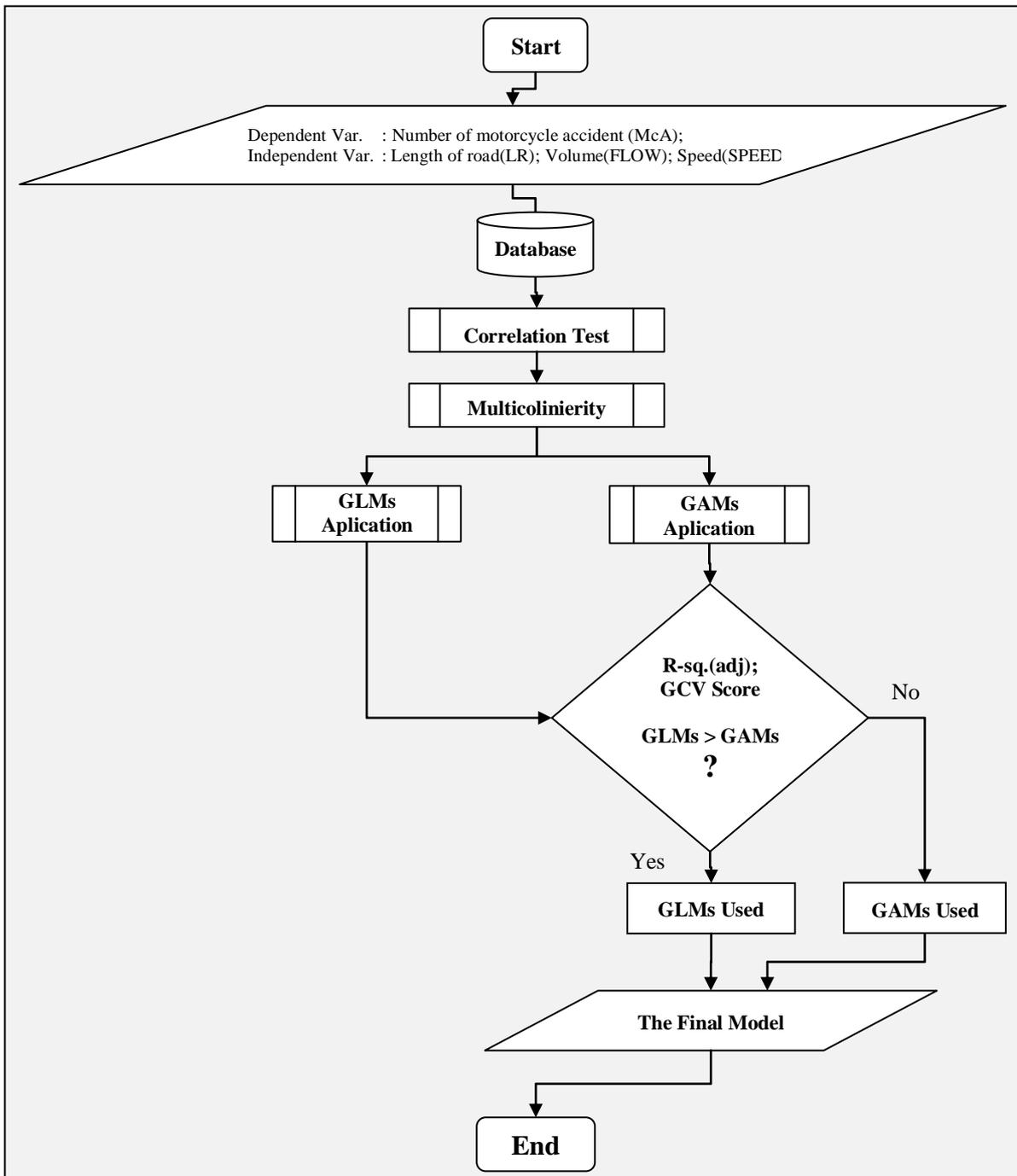


Figure 1. Algorithm flowchart of GLMS and GAMs applications

## RESULTS AND DISCUSSION

### An Example of GLM Output

Below is an example of GLM output using the application of the R software package on motorcycle accident prediction models.

```
## Call:
## glm(formula = McA ~ Ln_LR + Ln_FLOW + SPEED, family = poisson(link = log), data = data)
##
## Deviance Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.76108 -0.31188 -0.08503  0.20571  1.05877
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -13.69966   1.71994  -7.965 1.65e-15 ***
## Ln_LR        0.65763   0.14909   4.411 1.03e-05 ***
## Ln_FLOW     0.81236   0.25929   3.133 0.001730 **
## SPEED       0.07792   0.02319   3.361 0.000778 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## (Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
##
## Null deviance: 226.2281 on 18 degrees of freedom
## Residual deviance: 4.1514 on 15 degrees of freedom
## AIC: Inf
##
## Number of Fisher Scoring iterations: 4
##
## Family: poisson
## Link function: log
##
## Formula:
## McA ~ Ln_LR + Ln_FLOW + SPEED
##
## Parametric coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept) -13.69966   1.71994  -7.965 1.65e-15 ***
## Ln_LR        0.65763   0.14909   4.411 1.03e-05 ***
## Ln_FLOW     0.81236   0.25929   3.133 0.001730 **
## SPEED       0.07792   0.02319   3.361 0.000778 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## R-sq.(adj) = 0.99  Deviance explained = 98.2%
## UBRE score = -0.36046  Scale est. = 1      n = 19
```

Based on the GLM output, motorcycle accident prediction models can be formulated, as follows:

$$\text{Ln}(\text{McA}) = \text{Ln}(k) + \alpha_1 \text{Ln}(\text{LR}) + \alpha_2 \text{Ln}(\text{FLOW}) + \beta_1 (\text{SPEED}) \quad (1)$$

$$k = \text{antilog}(-13.69966)$$

antilog in formula =power(2.718281828459, number)

$$\text{Ln}(\text{McA}) = \text{Ln}(k) + 0.65763 \text{Ln}(\text{LR}) + 0.81236 \text{Ln}(\text{FLOW}) + 0.07792(\text{SPEED}) \quad (2)$$

$$\text{McA} = k \text{LR}^{\alpha_1} \text{FLOW}^{\alpha_2} e^{\beta_1 \text{SPEED}} \quad (3)$$

$$\text{McA} = 0,00000112 \text{LR}^{0.65763} \text{FLOW}^{0.81236} e^{0.07792 \text{SPEED}} \quad (4)$$

remark:

MCA = the number of motorcycle accidents per year

FLOW = the traffic volume (pcu / hour)

LR = the length of roads (meters)

SPEED = the 85 percentile vehicle speed (km / hour)

### An Example of GAMs Output

Below is an example of GAMs output using the application of the R software package on motorcycle accident prediction models.

```
## Family: gaussian
## Link function: identity
##
## Formula:
## McA ~ Ln_LR + Ln_FLOW + s(SPEED)
##
## Parametric coefficients:
##           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) -32.426   16.448  -1.971  0.0814 .
## Ln_LR        2.355    1.121   2.100  0.0664 .
## Ln_FLOW      2.745    1.824   1.505  0.1680
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Approximate significance of smooth terms:
##           edf Ref.df   F p-value
## s(SPEED) 7.343  8.086 20.77 2.07e-07 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## R-sq.(adj) = 0.958  Deviance explained = 98%
## GCV score = 14.532  Scale est. = 6.6214  n = 19
```

Based on the GAMs output, motorcycle accident prediction models can be formulated as follows:

$$\text{Ln}(\text{McA}) = \text{Ln}(k) + \alpha_1 \text{Ln}(\text{LR}) + \alpha_2 \text{Ln}(\text{FLOW}) + s(\text{SPEED}) \quad (5)$$

$$k = \text{antilog}(-32.426)$$

antilog in formula =power(2.718281828459, number)

$$\text{Ln}(\text{McA}) = \text{Ln}(k) + 2.355 \text{Ln}(\text{LR}) + 2.745 \text{Ln}(\text{FLOW}) + s(\text{SPEED}) \quad (6)$$

$$\text{McA} = k \text{LR}^{\alpha_1} \text{FLOW}^{\alpha_2} e^{s(\text{SPEED})} \quad (7)$$

$$McA = 0,00000827 LR^{2.355} FLOW^{2.745} e^{s(SPEED)} \quad (8)$$

remark:

MCA = the number of motorcycle accidents per year

FLOW = the traffic volume (pcu / hour)

LR = the length of roads (meters)

SPEED = the 85 percentile vehicle speed (km / hour)

To determine the effect of non-linear in each explanatory variable, then the smoothing is done in stages and performed on each variable. Furthermore, smoothing is done on more than one independent variable, or on all the variables, especially the independent variable that has a quite large a non-linear effect.

### Model Comparison

The diagnosis of accident prediction models resulting from the application of GLMs and GAMs can be done by observing the changes in the model parameter values. Table 2 shows the values of R-sq.(Adj), deviance explained, GCV score and UBRE score, both in the condition of without and with using the Poisson distribution.

In conditions without using the Poisson distribution or following the default distribution on R software, different model parameter values between GLMs and GAMs are obtained. For example, in the parameters of R-sq.(Adj) the value obtained is 0.554 for GLM, and the value range of 0.925-0.964 for GAMs. The same thing also applies to the parameters of deviance explained and the GCV score. This means that the motorcycle accident prediction models generated using GAMs is better than using GLMs.

**Table 2:** Model Comparison between Using GLM and GAMs

Model Parameters	GLM	GAMs with Spline Smoothing		
		SPEED	FLOW	LR
Without Using The Poisson Distribution				
R-sq.(adj)	0.554	0.958	0.925	0.964
Deviance explained	62.90%	98.00%	96.60%	98.10%
GCV score	90.051	14.532	28.323	11.271
By Using The Poisson Distribution				
R-sq.(adj)	0.99	0.99	0.99	0.99
Deviance explained	98.20%	98.20%	98.20%	98.20%
UBRE score	-0.3605	-0.3605	-0.3605	-0.3605

Meanwhile for the condition by using the Poisson distribution on the execution of the R software the same model parameters value is obtained, both for the GLM and GAMs. For instance, in the parameters of the R-sq.(Adj) the value obtained is 0.99 for the GLM and GAMs. The same thing also applies to the parameters of deviance explained and UBRE score. After using the Poisson distribution with a log link-function, motorcycle accident

prediction models generated using GAMs turned out to be no better than using GLM, or the result is the same. The result of this study confirmed the findings in the previous studies (Xie and Zhang, 2008; Li, Lord, & Zhang, 2011).

The results of the GLM and GAMs application are interesting to be discussed because of both approaches yield the same values of model parameters when Poisson distribution with a log link-function is used. This occurs because the use of the Poisson distribution with a log link-function is expected to reduce the influence of non-linear independent variables. Moreover, it also shows that the distribution of motorcycle accident data in this case follows the Poisson distribution. Clearly, non-linear effect of independent variables is reduced or gone, because the choice of distribution used is in accordance with the data distribution. The findings of this study contradict the findings of previous studies (Xie and Zhang, 2008; Li, Lord, & Zhang, 2011).

## **CONCLUSION**

Based on the above discussion, it can be concluded that:

1. Motorcycle accident prediction models generated by using GAMs is better than using GLM in which the conditions is without using the Poisson distribution as indicated by the differences in the model parameter values for the R-sq.(Adj), deviance explained, and the GCV score.
2. After a Poisson distribution with a log link-function is used in the model building process motorcycle accident using GLM and GAMs, it appears that both produce the same model parameter values.
3. In the model building process, non-linear effect on the independent variables can be reduced or gone because of the selection of the Poisson distribution with a log link-function is compatible with the distribution of motorcycle accident data in this case.

## **REFERENCES**

- Ackaah W. and Salifu. M. 2011. Crash prediction model for two-lane rural highways in the Ashanti region of Ghana. *IATSS Research*, 35 (2011) pp 34-40.
- Chengye P., and Ranjitkar P., 2013. Modelling Motorway Accidents using Negative Binomial Regression, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 9.
- Harnen, S. Radin Umar R.S. Wong S.V. and Wan Hasim W.I, 2006. Motorcycle Accident Prediction Models for Junctions on Urban Road in Malaysia. *Journal of Advances in Transportation Studies*, Section A 8. page 31-40
- Hastie, T. J., & Tibshirani, R. J. 1990. *Generalized Additive Models*. New York: Chapman and Hall.
- J.A. Nelder and R.W.M. Wedderburn. 1972. Generalized linear models. *J.R.Statist.Soc.*, 57:359–407.
- Li, X. G., Lord, D., & Zhang, Y. 2011. Development of Accident Modification Factors for Rural Frontage Road Segments in Texas Using Results from Generalized Additive Models. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 137(1), 74–83.

- Li, X. G., Lord, D., Zhang, Y., & Xie, Y. C. 2008. Predicting Motor Vehicle Crashes Using Support Vector Machine Models. *Accident Analysis and Prevention*, 40(4), 1611–1618.
- Machsus, Harnen S., Wicaksono A., and Djakfar L., 2013. The Prediction Models of Motorcycle Accidents on Surabaya Arterial Roads Using Generalized Linear Models. *Middle-East J. Sci. Res.*, 18 (12): 1859-1866, 2013. ISSN 1990-9233, © IDOSI Publications.
- McCullagh, P. and J.A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*, 2nd edition. London, England: Chapman and Hall.
- Nambuusi et.al. 2008. A review of accident prediction models for road intersections. *Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid*, mei 2008. RA-MOW-2008-004.
- Polus A. and Cohen M. 2011. A new, non-canonical Poisson regression model for the prediction of crashes on low-volume rural roads. *IATSS Research*, Volume 35, Issue 2, March 2012, pages 98-103.
- Sobri, A., dkk. 2010. Model Kecelakaan Sepeda Motor pada Ruas Jalan dengan Menggunakan Pendekatan GLM, *Jurnal Transportasi FSTPT*, ISSN 1411-2442, Vol. 10 No. 2 Agustus 2010.
- Taylor, M.C., A. Baruya, and J.V. Kennedy. 2002. *The Relationship between Speed and Accidents on Rural Single-Carriageway Roads*, Report TRL 511. Berkshire, England: TRL Limited.
- Wood, S. N. 2006. *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/CRC.
- Xie, Y., & Zhang, Y. 2008. Crash Frequency Analysis Using Generalized Additive Models. *Transportation Research Record*, 2061,39–45.

## PENGEMBANGAN METODE ANALISIS KINERJA SIMPANG-T TAK-BERSINYAL

**Bambang Haryadi**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229  
Telp: 08562653391  
haryaba@mail.unnes.ac.id

**Alfa Narendra**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229

**Agung Budiwirawan**  
Jurusan Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Negeri Semarang  
Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang 50229

### Abstract

Road capacity guidelines of the developed countries can not be applied with success in Indonesia. Because, that guidelines are generally developed based on homogeneous traffic mainly consists of four-wheeled vehicles, so the presence of motorcycles can be ignored. In addition, traffic behavior patterns in Indonesia is different from that of the developed world. For Indonesian case, guidelines which ignores the existence of motorcycle is clearly inappropriate, because the road traffic is dominated by motorcycles. The purpose of the study was to better understand the actual Indonesian traffic characteristics and driver behavior by taking into account heterogeneous traffic conditions. To achieve the objectives, models were developed for speed, capacity and delay at unsignalized T-intersections using streams of conflicting traffic as predictor. Analysis was done using regression techniques. The study produced speed models, approach capacity models, and delay models for unsignalized T-intersection as a function of traffic flow. The models can be used as tools for performance analysis of unsignalized T-intersection.

**Keywords:** *unsignalized T-intersection, heterogeneous traffic, driver behavior*

### Abstrak

Pedoman kapasitas jalan dari negara maju tidak dapat diterapkan dengan berhasil di Indonesia, karena pada umumnya dikembangkan berdasarkan komposisi lalu lintas homogen yang umumnya berupa kendaraan roda empat, sehingga keberadaan sepeda motor dapat diabaikan. Selain itu, pola perilaku lalu lintas di simpang tak-bersinyal di Indonesia sama sekali berbeda dengan pola perilaku lalu lintas di negara maju. Untuk kondisi Indonesia, standar disain yang mengabaikan keberadaan sepeda motor jelas tidak tepat, karena komposisi lalu lintas didominasi oleh sepeda motor. Penelitian ini bertujuan untuk lebih memahami karakteristik lalu lintas dan perilaku pengemudi di Indonesia dengan memperhitungkan kondisi arus lalu lintas heterogen. Untuk mencapai tujuan penelitian dikembangkan model-model untuk kecepatan, kapasitas dan tundaan di simpang-T tak bersinyal dengan menggunakan arus-arus lalu lintas yang berkonflik sebagai prediktor. Analisis data dilakukan dengan teknik regresi. Dari penelitian ini dihasilkan model kecepatan, model kapasitas pendekat, dan model tundaan di simpang-T tak bersinyal sebagai fungsi dari arus lalu lintas. Ketiga model tersebut dapat digunakan sebagai perangkat untuk analisis kinerja simpang-T tak bersinyal.

**Kata kunci:** *simpang-T tak-bersinyal, lalu lintas heterogen, perilaku pengemudi*

## PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan kendaraan di satu pihak, dan di lain pihak adanya keterbatasan sumber daya untuk pembangunan jalan dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu lintas merupakan faktor-faktor utama terjadinya peningkatan kemacetan lalu lintas dan kecelakaan pada jalan-jalan di lingkungan perkotaan dan luar perkotaan. Persoalan-persoalan ini telah menjadi masalah utama tidak hanya di Indonesia tetapi juga di banyak negara lain.

Salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan usaha besar untuk menambah kapasitas, dimana akan diperlukan metode yang efektif untuk perencanaan dan perancangan agar didapat nilai terbaik bagi suatu pembiayaan dengan mempertimbangkan biaya langsung maupun tak langsung berupa keselamatan dan dampak lingkungan.

Prosedur analisis kapasitas dengan metode perhitungan kinerja lalu lintas yang benar, yang merupakan fungsi dari rencana jalan dan kebutuhan lalu lintas diperlukan untuk maksud di atas, juga untuk sistem perancangan umum bagi fasilitas lalu lintas. Pengetahuan dasar tentang prosedur tersebut nantinya juga akan bermanfaat sebagai masukan yang penting bagi model manajemen tepat biaya bagi pembinaan jaringan jalan, peramalan lalu lintas dan distribusi perjalanan dengan keterbatasan kapasitas.

Kapasitas dan hubungan kecepatan-arus lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan, perancangan dan operasi jalan raya di Indonesia terutama yang berdasarkan pada manual dari negara-negara maju seperti dari Eropa dan Amerika seringkali menunjukkan hasil yang tidak sesuai dengan kenyataan oleh karena komposisi lalu lintas, perilaku pengemudi dan perkembangan samping jalan di Indonesia yang sangat berbeda.

Tipe kendaraan di Indonesia menunjukkan variabilitas yang besar dimana hal ini membuat arus lalu lintas menjadi heterogen. Khususnya, kendaraan roda-2 telah menjadi moda transportasi yang dominan. Arus lalu lintas yang terdiri dari kendaraan dengan karakteristik dinamik yang berbeda-beda harus berbagi ruang jalan yang sama. Dari sudut ini, berbagai tipe kendaraan ini mengakibatkan perilaku kecepatan yang variatif. Dimensi sepeda motor yang kecil membangkitkan gerakan lateral dalam dan antar lajur yang besar. Kondisi lain yang khas Indonesia adalah tingginya aktivitas yang berlangsung pada tepi jalan, pada bahu jalan dan pada trotoar jalan.

Pola perilaku lalu lintas di simpang tak-bersinyal di Indonesia sama sekali berbeda dengan pola perilaku lalu lintas di negara maju. Sebagai contoh, aturan tentang prioritas hampir sepenuhnya diabaikan. Selain itu, pengemudi menjadi semakin agresif ketika mereka mendekati persimpangan dan disiplin lajur jalan tidak diterapkan. Oleh karena itu, pedoman kapasitas jalan dari negara maju tidak dapat diterapkan dengan berhasil di Indonesia. Dengan latar belakang dan permasalahan tersebut maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan prosedur dan pedoman analisis kinerja simpang tak bersinyal yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.

Kapasitas simpang tak-bersinyal diukur dengan pendekatan yang berbeda-beda dimana bisa dicirikan sebagai deterministik dan probabilistik. Metode pertama adalah prosedur penerimaan gap, yang dikembangkan di Amerika Serikat dan beberapa negara Eropa. Prinsip dasar metode ini adalah menghitung kapasitas pada simpang tak-bersinyal berdasarkan apa yang disebut gap kritis dan *follow-up time* dari kendaraan-kendaraan yang datang dari jalan simpang (jalan minor). Metode kedua adalah teknik regresi empiris. Pada dasarnya aplikasi teknik regresi empiris adalah berdasarkan data lapangan dalam jumlah yang besar dengan menggunakan persamaan regresi. Pendekatan penaksiran kapasitas ini juga berkembang dengan memperhitungkan desain geometri jalan, jarak pandangan, *demand flow*, proporsi kendaraan belok dan tipe kendaraan.

Dalam literatur, simpang tak bersinyal dapat dibedakan berdasarkan tipe kontrolnya. Persimpangan *two-way stop-controlled* (TWSC), *all-way stop-controlled* (AWSC), dan tanpa kontrol sama sekali merupakan tipe-tipe operasi persimpangan yang paling umum. Hubungan prioritas antar gerakan-gerakan lalu lintas pada ketiga tipe simpang tak bersinyal tersebut

berbeda tergantung pada peraturan lalu lintas di negara yang berbeda. Analisis persimpangan tak bersinyal merupakan hal yang rumit karena kapasitas dan tundaannya tergantung pada karakteristik pengemudi, kendaraan dan jalan, serta kondisi lingkungan (Khattak & Jovanis, 1990). Sejumlah usaha telah dilakukan untuk analisis kapasitas simpang tak bersinyal.

Teori penerimaan gap merupakan metode konvensional yang digunakan untuk estimasi kapasitas simpang TWSC menurut *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000). Brilon dan Wu (2001) menyajikan metode teoritis untuk memperhitungkan kapasitas simpang TWSC berdasarkan teknik konflik lalu lintas. Brilon dan Miltner (2005) mengusulkan metode yang sudah dimodifikasi untuk menghitung kapasitas simpang TWSC.

Untuk tipe simpang-3 (simpang-T) dengan aturan tanpa prioritas, Herbert (1963) mengestimasi kapasitas dengan berdasarkan pada *headway* keberangkatan rata-rata di simpang-T AWSC. Richardson (1987) mengembangkan model kapasitas dalam bentuk waktu layanan di simpang AWSC. Pendekatan empiris untuk menentukan kapasitas simpang AWSC berdasarkan regresi data lapangan digunakan dalam *Highway Capacity Manual* versi 1994 (HCM, 1994). Dalam *Highway Capacity Manual* versi tahun 1997 (HCM, 1997), digunakan perluasan dari model yang dikembangkan Richardson (1987) untuk menghitung kapasitas di simpang AWSC. Model AWSC yang dimasukkan dalam *Highway Capacity Manual* versi 2000 (HCM, 2000) adalah model berbasis pendekatan (*approach-based*). Wu (2000a, 2000b, 2002) mengusulkan model berbasis gerakan (*movement-based*) untuk menghitung kapasitas simpang AWSC berdasarkan metode *addition-conflict-flow* (ACF).

Meskipun telah banyak usaha yang dilakukan untuk mengkaji kinerja simpang tak bersinyal, namun model dan metode terdahulu tersebut kurang atau bahkan sama sekali tidak memperhitungkan keberadaan sepeda motor. Karakteristik pergerakan lalu lintas di simpang tak bersinyal yang terdiri dari kendaraan beroda empat seperti umumnya di negara maju berbeda dari karakteristik pergerakan lalu lintas yang didominasi oleh sepeda motor seperti yang umum terjadi di Indonesia. Oleh karena itu perlu mengkaji kinerja simpang tak bersinyal yang sesuai dengan dengan karakteristik lalu lintas di Indonesia dengan proporsi sepeda motor yang signifikan berdasarkan data lapangan dan dengan metode konflik lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode untuk analisis kinerja simpang tak bersinyal dengan lalu lintas heterogen dengan proporsi sepeda motor yang signifikan.

## **METODE PENELITIAN**

Data diambil dari simpang-T (simpang-3) tak bersinyal. Persimpangan tak bersinyal yang dikaji adalah yang kondisinya memadai untuk dapat merepresentasikan karakteristik arus lalu lintas campuran dengan proporsi kendaraan roda-2 yang signifikan. Sejumlah aspek berkaitan dengan arus lalu lintas, disain geometri, dan lingkungan jalan harus dipertimbangkan, yaitu: kecepatan dan volume lalu lintas pada jalan utama dan jalan minor. Parameter-parameter ini dimonitor dengan *video camcorder* dan diekstrak dengan menggunakan program input data lalulintas yang juga akan dikembangkan dalam penelitian ini.

Setiap arus lalu lintas diamati dengan menggunakan *camcorder* yang diletakan pada tripod yang tingginya 2.5 meter diletakkan pada tepi jalan dekat sudut persimpangan. Dari titik ini

pergerakan lalu lintas diharapkan dapat diamati dengan sangat jelas. Tiap persimpangan diinvestigasi selama dua jam pada pagi hari (06.30 -08.30) dan pada siang hari (14.30 - 16.30). Periode ini dianggap sebagai periode waktu puncak.

Selanjutnya data lapangan akan direduksi dari video kamera dengan menggunakan perangkat lunak komputer, sehingga karakteristik persimpangan tak bersinyal dapat secara langsung diperhitungkan. Selama pengamatan dengan menggunakan kamera video, kejadian-kejadian tertentu dicatat dengan menekan tombol komputer tertentu. Kejadian-kejadian ini diantaranya adalah:

1. Lintasan gerakan tiap kendaraan melalui persimpangan
2. Waktu-waktu kendaraan pada jalan minor tiba di belakang antrian, tiba pertama kali di garis stop, dan bergerak meninggalkan garis stop.

Faktor paling penting yang mempengaruhi kapasitas jalan minor adalah besarnya arus lalu lintas di pendekatan-pendekatan yang berkonflik. Oleh karena itu model yang akan dikembangkan haruslah menggambarkan hubungan antara kapasitas jalan minor dengan arus-arus lalu lintas di jalan utama atau yang berkonflik. Bentuk persamaan regresi linier dieksplorasi dengan menggunakan bentuk persamaan dasar sebagai berikut.

$$Q_s = \alpha_1 - \sum_i \alpha_i q_i$$

dimana  $Q_s$  adalah kapasitas pendekatan jalan minor atau yang menjadi subyek,  $q_i$  adalah arus lalu lintas gerakan ke- $i$ , dan  $\alpha_i$  adalah satu set parameter yang harus diestimasi. Berbagai gerakan lalu lintas  $q_i$  yang harus ditinjau adalah arus yang berkonflik ( $q_c$ ), arus konflik dari kiri ( $q_{c,L}$ ), arus konflik dari kanan ( $q_{c,R}$ ), arus yang berlawanan ( $q_o$ ).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pengumpulan Data Lapangan**

Untuk mencapai tujuan penelitian, data lapangan diambil dari lokasi simpang tiga (simpang-T) di desa Banaran kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Data lapangan berupa arus lalu simpang direkam dengan menggunakan kamera video yang diposisikan sedemikian rupa sehingga gerakan lalu lintas di simpang dapat terekam seluruhnya.

Perekaman dengan menggunakan kamera video sangat bermanfaat karena pengamatan dapat dilakukan berulang-ulang untuk mengamati manuver yang berbeda dari tiap pendekatan (cabang simpang) yang berbeda. Untuk kasus simpang-T yang dikaji, terdapat 6 (enam) jenis manuver, dimana dari tiap pendekatan dimungkinkan dilakukan 2 jenis manuver yang berbeda. Perekaman dilakukan dalam 2 (dua) periode, yaitu periode puncak pagi dan periode puncak sore. Pengamatan pada periode puncak pagi dilakukan selama 2 jam dari pukul 6:30 hingga 8:30, sedangkan untuk periode puncak sore dilakukan dari pukul 15:30 hingga 17:30.

### Data Lalu Lintas

Data tentang jumlah dan prosentase tiap jenis kendaraan dari masing-masing pendekat simpang disajikan dalam Tabel 1. Secara keseluruhan terdapat 12324 kendaraan yang teramati selama 4 (empat) jam periode observasi. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang sangat dominan, dimana proporsi sepeda motor besarnya sekitar 92 % dari seluruh kendaraan yang melewati simpang. Sisanya, berturut-turut dari yang paling besar sampai yang paling kecil adalah mobil penumpang (6.62%), angkot (1.02%) dan truk (0.35%).

Dilihat dari sisi pendekat, jumlah kendaraan yang melewati masing-masing pendekat besarnya berbeda satu sama lain. Namun, dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa besarnya lalu lintas kendaraan dari pendekat A adalah yang paling kecil, sedangkan besarnya lalu lintas kendaraan pada pendekat B dan C relative tidak berbeda jauh. Selain itu, secara geometris kedudukan pendekat B dan C adalah lurus, sedangkan pendekat A adalah pendekat yang memotong. Sehingga dapat dianggap bahwa pendekat B dan C merupakan jalan utama, sedangkan pendekat A adalah jalan minor atau jalan yang memotong. Oleh karena itu, dalam analisis selanjutnya, pendekat A adalah merupakan pendekat yang ditinjau.

**Tabel 1.** Jumlah dan prosentase tiap jenis kendaraan pada tiap pendekat simpang

Pendekat	Angkot	Sepeda Motor	Mobil Penumpang	Truk	Total
A (minor)	35	3097	157	5	3294
B (utama)	25	4571	278	15	4889
C (utama)	66	3671	381	23	4141
Total	126	11339	816	43	12324
Prosentase	1.02 %	92.01 %	6.62 %	0.35 %	100 %

**Tabel 2.** Distribusi arus kendaraan dan prosentase tiap manuver pada tiap pendekat simpang

Pendekat A (minor)				
Jenis Kendaraan	A-B (belok kiri)		A-C (belok kanan)	
	Arus (kend/jam)	%	Arus (kend/jam)	%
Angkot	2	5.7	33	94.3
Sepeda Motor	710	22.9	2387	77.1
Mobil Penumpang	18	11.5	139	88.5
Truk	0	0.0	5	100.0
Total	730	22.2	2564	77.8
Pendekat B (utama)				
Jenis Kendaraan	B-A (belok kanan)		B-C (lurus)	
	Arus (kend/jam)	%	Arus (kend/jam)	%
Angkot	20	80.0	5	20.0
Sepeda Motor	1786	39.1	2785	60.9
Mobil Penumpang	112	40.3	166	59.7
Truk	5	33.3	10	66.7
Total	1923	39.3	2966	60.7
Pendekat C (utama)				
Jenis Kendaraan	C-A (belok kiri)		C-B (lurus)	
	Arus (kend/jam)	%	Arus (kend/jam)	%
Angkot	52	78.8	14	21.2
Sepeda Motor	2166	59.0	1505	41.0
Mobil Penumpang	196	51.4	185	48.6
Truk	6	26.1	17	73.9
Total	2420	58.4	1721	41.6

Tabel 3 menyajikan distribusi arus lalu lintas kendaraan dan prosentase tiap manuver pada masing-masing pendekat simpang. Secara keseluruhan, sebagian besar kendaraan di pendekat A berbelok ke kanan (77.8%), atau melakukan manuver A-C. Manuver A-C merupakan manuver yang dominan untuk semua jenis kendaraan yang datang dari pendekat A. Dari pendekat B, pada umumnya bergerak lurus menuju ke arah pendekat C (60.7%). Kendaraan yang dari pendekat C pada umumnya berbelok ke kiri di simpang ke arah pendekat A (58.4%).

**Tabel 3.** Statistik kecepatan rata-rata tiap manuver dan jenis kendaraan pada pendekat yang ditinjau (A)

Jenis kendaraan	Belok kanan				Belok kiri			
	Rerata	Maks.	Min.	St. dev.	Rerata	Maks.	Min.	St. Dev.
Angkot	10.93	28.80	2.40	2.40	1.6	2.16	0.98	0.98
Sepeda motor	11.74	57.60	1.01	1.01	3.7	10.80	0.51	0.51
Mobil penumpang	10.86	28.80	2.88	2.88	2.4	5.40	0.64	0.64
Truk	8.96	14.40	3.03	3.03	NA	NA	NA	NA

### Model Kecepatan Lalu Lintas Pendekat Minor

Untuk menyatakan hubungan antara kecepatan dan arus lalu lintas simpang digunakan model regresi linier berganda. Meskipun diinginkan untuk mengembangkan model untuk semua jenis kendaraan, namun karena jumlahnya yang sangat terbatas jenis kendaraan angkot dan truk tidak memungkinkan untuk dimasukkan dalam model. Sehingga hanya sepeda motor dan mobil penumpang saja yang digunakan sebagai variabel bebas.

Untuk menyatakan hubungan antara kecepatan dan arus lalu lintas dibuat model untuk belok kiri dan belok kanan secara terpisah. Karena diasumsikan bahwa manuver tersebut dipengaruhi oleh arus-arus lalu lintas konflik yang berbeda. Analisis regresi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *R*. Model hubungan antara kecepatan sepeda motor belok kanan dengan arus lalu lintas sebagai berikut:

$$V_{ac-SM} = 14.083 - 0.004 Q_{ba-SM} - 0.016 Q_{ba-MP} - 0.003 Q_{cb-SM}$$

dimana,

$V_{ac-SM}$  = kecepatan sepeda motor belok kanan dari pendekat A

$Q_{ba-SM}$  = arus sepeda motor belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{ba-MP}$  = arus mobil penumpang belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{cb-SM}$  = arus lalu lintas sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

Model hubungan antara kecepatan sepeda motor belok kiri dengan arus lalu lintas sebagai berikut:

$$V_{ab-SM} = 37.602 - 0.008 Q_{bc-SM} + 0.028 Q_{cb-MP}$$

$V_{ab-SM}$  = kecepatan sepeda motor belok kiri dari pendekat A ke arah pendekat B

$Q_{cb-SM}$  = arus sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

$Q_{cb-MP}$  = arus mobil penumpang lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

### **Model Kapasitas Pendekat Minor**

Model kapasitas pendekat minor dibuat dengan membuat hubungan antara arus lalu lintas yang melalui pendekat minor dengan arus-arus lalu lintas yang berkonflik. Untuk menyatakan hubungan antara arus lalu lintas pendekat minor dengan arus lalu lintas yang konflik digunakan model regresi linier berganda. Karena kecilnya volume lalu lintas untuk jenis kendaraan mobil penumpang, angkot dan truk, maka hanya bisa dibuat model untuk sepeda motor. Sehingga, sama seperti untuk model kecepatan, meskipun diinginkan untuk mengembangkan model untuk semua jenis kendaraan, namun karena jumlahnya yang sangat terbatas jenis kendaraan angkot dan truk tidak memungkinkan untuk dimasukkan dalam model. Sehingga hanya sepeda motor dan mobil penumpang saja yang digunakan sebagai variabel bebas.

Untuk mengetahui kapasitas pendekat minor berkaitan dengan kondisi volume lalu lintas yang berkonflik, dibuat model terpisah untuk kapasitas pendekat, kapasitas untuk belok kanan dan kapasitas belok kiri. Model hubungan antara volume sepeda motor dari pendekat minor yang melakukan manuver belok kiri dan belok kanan dengan arus lalu lintas yang berkonflik sebagai berikut:

$$Q_{a-SM} = 253.557 + 0.186 Q_{bc-SM} + 1.057 Q_{ba-SM} - 0.122 Q_{ca-SM}$$

dimana,

$Q_{a-SM}$  = Volume lalu lintas sepeda motor dari pendekat A

$Q_{bc-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat B ke arah pendekat C

$Q_{ba-SM}$  = Volume sepeda motor belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{cb-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

Untuk kapasitas pendekat minor belok kanan, model hubungan antara volume sepeda motor dari pendekat minor yang melakukan manuver belok kanan dengan arus lalu lintas yang berkonflik sebagai berikut:

$$Q_{ac-SM} = 207.387 + 0.146 Q_{bc-SM} + 0.776 Q_{ba-SM} - 0.087 Q_{ca-SM}$$

dimana,

$Q_{ac-SM}$  = Volume sepeda motor belok kanan dari pendekat A menuju pendekat C

$Q_{bc-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat B ke arah pendekat C

$Q_{ba-SM}$  = Volume sepeda motor belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{cb-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

Model hubungan antara volume sepeda motor dari pendekat minor yang melakukan manuver belok kiri dengan arus lalu lintas yang berkonflik adalah sebagai berikut:

$$Q_{ab-SM} = 16.659 + 0.036 Q_{bc-SM} + 0.278 Q_{ba-SM} + 0.248 Q_{ca-SM}$$

dimana,

$Q_{ab-SM}$  = Volume sepeda motor belok kiri dari pendekat A menuju pendekat B

$Q_{bc-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat B ke arah pendekat C

$Q_{ba-SM}$  = Volume sepeda motor belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{cb-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

### **Model Tundaan Lalu Lintas Kendaraan Pendekat Minor**

Model kinerja simpang tak bersinyal yang ketiga adalah model tundaan kendaraan dari pendekat minor. Model tundaan dibuat terpisah untuk kendaraan belok kanan dan belok kiri. Karena keterbatasan data hanya model untuk sepeda motor belok kanan dan belok kiri pendekat minor yang dibuat. Model hubungan antara tundaan sepeda motor dari pendekat minor yang melakukan manuver belok kanan dengan arus lalu lintas yang berkonflik sebagai berikut:

$$T_{ac-SM} = 4.069 + 0.003 Q_{ba-SM} + 0.009 Q_{ba-MP} + 0.003 Q_{cb-SM}$$

dimana,

$T_{ab-SM}$  = Tundaan sepeda motor belok kanan dari pendekat A menuju pendekat C

$Q_{ba-SM}$  = Volume sepeda motor belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{ba-MP}$  = Volume mobil penumpang belok kanan dari pendekat B ke arah pendekat A

$Q_{cb-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat C ke arah pendekat B

Untuk model hubungan tundaan sepeda motor belok kiri dari pendekat minor dengan arus lalu lintas yang berkonflik adalah sebagai berikut:

$$T_{ab-SM} = 2.883 + 0.002 Q_{bc-SM}$$

dimana,

$T_{ab-SM}$  = Tundaan sepeda motor belok kanan dari pendekat A menuju pendekat C

$Q_{bc-SM}$  = Volume sepeda motor lurus dari pendekat B ke arah pendekat C

## **PEMBAHASAN**

Dalam penelitian telah berhasil disusun model kinerja lalu lintas yang berupa model kecepatan, model kapasitas dan model tundaan di simpang-T tak bersinyal. Tabel 4 menyajikan daftar persamaan model kinerja simpang yang telah berhasil disusun beserta nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Secara keseluruhan dihasilkan 7 (tujuh) model kinerja simpang-T tak bersinyal. Dua model hubungan antara kecepatan dengan arus lalu lintas, tiga model hubungan antara kapasitas pendekat minor dengan volume lalu lintas yang berkonflik, dan dua model hubungan antara tundaan dengan arus lalu lintas.

Sampel lokasi yang diambil dalam penelitian ini merupakan daerah pinggiran kota (*suburb*). Hal ini berakibat pada komposisi lalu lintas kendaraan yang beroperasi di lokasi yang bersangkutan. Sebagaimana tercermin dari data lalu lintas yang diperoleh, sebagian besar kendaraan adalah berupa sepeda motor, sedangkan jenis kendaraan yang lain

jumlahnya terbatas. Keterbatasan jumlah kendaraan selain sepeda motor ini berakibat pada tidak dimungkinkannya disusun model-model yang melibatkan semua tipe kendaraan secara lengkap. Namun, disisi lain dengan dijumpainya kasus ini maka bisa disusun model kinerja simpang tak bersinyal khusus untuk sepeda motor yang belum pernah dijumpai sebelumnya.

Model kecepatan untuk sepeda motor belok kanan menunjukkan bahwa kecepatan dasar kendaraan, yaitu kecepatan apabila tidak ada pengaruh dari lalu lintas yang berkonflik, adalah 14 km/jam. Besarnya kecepatan sepeda motor belok kanan dari pendekat minor dipengaruhi secara signifikan oleh arus lalu lintas sepeda motor dan mobil penumpang dari pendekat B yang berbelok kanan menuju pendekat A, serta oleh arus lalu lintas sepeda motor yang bergerak lurus dari pendekat C menuju pendekat B. Arus-arus lalu lintas tersebut mempunyai pengaruh negatif, artinya semakin besar arus lalu lintas tersebut semakin kecil kecepatan sepeda motor yang belok kanan dari jalan minor. Model kecepatan sepeda motor belok kiri menunjukkan bahwa kecepatan dasar sepeda motor belok kiri lebih besar dibandingkan dengan kecepatan dasar sepeda motor belok kanan, yaitu sekitar 38 km/jam. Kecepatan sepeda motor belok kiri secara signifikan dipengaruhi secara negatif oleh arus sepeda motor yang bergerak lurus dari pendekat C menuju pendekat B dan secara positif oleh mobil penumpang yang bergerak lurus dari pendekat C menuju pendekat B.

**Tabel 4.** Rangkuman model kinerja simpang-T tak bersinyal

Model Kinerja	Bentuk Model	R <sup>2</sup>
Kecepatan lalu lintas pendekat minor	Belok kanan: $V_{ac-SM} = 14.083 - 0.004 Q_{ba-SM} - 0.016 Q_{ba-MP} - 0.003 Q_{cb-SM}$	0.285
	Belok kiri $V_{ab-SM} = 37.602 - 0.008 Q_{bc-SM} + 0.028 Q_{cb-MP}$	0.182
Kapasitas pendekat minor	Pendekat: $Q_{a-SM} = 253.557 + 0.186 Q_{bc-SM} + 1.057 Q_{ba-SM} - 0.122 Q_{ca-SM}$	0.774
	Belok kanan: $Q_{ac-SM} = 207.387 + 0.146 Q_{bc-SM} + 0.776 Q_{ba-SM} - 0.087 Q_{ca-SM}$	0.726
	Belok kiri: $Q_{ab-SM} = 16.659 + 0.036 Q_{bc-SM} + 0.278 Q_{ba-SM} + 0.248 Q_{ca-SM}$	0.423
Tundaan lalu lintas pendekat minor	Belok kanan: $T_{ac-SM} = 4.069 + 0.003 Q_{ba-SM} + 0.009 Q_{ba-MP} + 0.003 Q_{cb-SM}$	0.284
	Belok kiri: $T_{ab-SM} = 2.883 + 0.002 Q_{bc-SM}$	0.185

Model kapasitas pendekat minor menunjukkan bahwa kapasitas dasar pendekat minor adalah 254 kendaraan/ jam untuk jenis kendaraan sepeda motor. Kapasitas pendekat minor dipengaruhi secara signifikan oleh arus sepeda motor dari pendekat B menuju ke pendekat A (belok kanan) dan C (lurus), serta oleh sepeda motor yang bergerak dari pendekat C menuju ke pendekat A (belok kiri). Arus sepeda motor yang datang dari pendekat B mempunyai pengaruh positif terhadap kapasitas pendekat minor di simpang-T tak bersinyal, sedangkan arus sepeda motor yang datang dari pendekat C menuju ke pendekat A mempunyai pengaruh negatif terhadap kapasitas pendekat minor.

Model tundaan lalu lintas di simpang-T tak bersinyal menunjukkan bahwa sepeda motor yang membuat manuver belok kanan mempunyai tundaan dasar yang lebih besar (4.1 detik) dibandingkan dengan sepeda motor yang melakukan manuver belok kiri (2.9 detik). Besarnya tundaan sepeda motor yang melakukan manuver belok kanan dipengaruhi oleh arus sepeda motor dan mobil yang bertentangan. Namun nilai koefisien determinasi model tundaan dapat dikategorikan terlalu kecil.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Lalu lintas kendaraan di wilayah pinggiran kota (*suburban*) didominasi oleh jenis kendaraan sepeda motor dimana proporsinya mencapai 92% dari keseluruhan kendaraan yang melalui simpang. Penelitian ini menghasilkan metode analisis kinerja simpang-T tidak bersinyal yang berupa model-model hubungan kecepatan, kapasitas dan tundaan yang merupakan fungsi dari arus-arus lalu lintas yang berkonflik. Kecepatan sepeda motor belok kiri dan belok kanan di simpang-3 tak bersinyal dipengaruhi oleh volume lalu lintas kendaraan dari pendekat yang ditinjau dan arus lalu lintas yang berkonflik.

### **Saran**

Dalam penelitian ini hanya digunakan 1 (satu) lokasi simpang-T dimana populasi lalu lintas kendaraan bermotor sangat didominasi oleh satu jenis modus yaitu sepeda motor, sehingga pengaruh jenis kendaraan lain seperti mobil penumpang, angkutan umum, truk, bus, dan kendaraan tak bermotor tidak dapat diperhitungkan. Oleh karena itu disarankan, yang pertama, untuk kepentingan praktis penggunaan model yang dihasilkan dalam penelitian harus memperhatikan keserupaan kondisi lalu lintas, lingkungan dan geometri simpang. Kedua, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melibatkan simpang-T dengan variasi lingkungan, geometri dan komposisi kendaraan yang lebih banyak. Ketiga, perlu dieksplorasi dan dikaji bentuk-bentuk model lain selain regresi linier, misalnya bentuk pangkat atau eksponensial.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Semarang yang mendanai penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Brilon, W. & Wu, N. (2001). Capacity at Unsignalized Intersection Derived By Conflict Technique. *Transportation Research Record 1776*, pp. 82-90.
- Brilon, W & Miltner, T. (2005). Capacity at Intersection without Traffic Signals. *Transportation Research Records 1920*, pp. 32-40.
- HCM (1994). *Highway Capacity manual*. TRB, National Research Council, Special Report 209: Washington, D.C., Edition 1994.
- HCM (1997). *Highway Capacity manual*. TRB, National Research Council, Special Report 209: Washington, D.C., Edition 1997.
- HCM (2000). *Highway Capacity manual*. TRB, National Research Council, Special Report 209: Washington, D.C., Edition 2000.
- Herbert, J. (1963). A Study of Four-Way Stop Intersection Capacities". *Highway Research Record 27*.
- Khattak, A.J. & Jovanis, P.P. (1990). Capacity and Delay Estimation for Priority Unsignalized Intersections: Conceptual and Empirical Issues. *Transportation Research Record 1287*, pp. 129-137.
- Richardson, A.J. (1987). A delay Model for Multiway Stop-Sign Intersections. *Transportation Research Record 1112*, TRB, Washington, D.C.
- Wu, N. (2000a). Determination of Capacity at All-Way Stop-Controlled (AWSC) Intersections. *Transportation Research Record 1710*.
- Wu, N. (2000b). Capacity at All-Way Stop-Controlled and First-In-First-Out Intersections. In: Brilon (ed.): *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Highway Capacity, Hawaii, Transportation Research Circular E-C018*.
- Wu, N. (2002). Total Capacities at All-Way Stop-Controlled Intersections: Validation and Comparison of "Highway Capacity Manual" Procedure and Addition-Conflict-Flow Technique. In *Transportation Research Record 1802*.

## ANALISIS LOKASI KRITIS JALUR EVAKUASI PENUMPANG KAPAL PENYEBERANGAN ANTAR PULAU DENGAN METODE PERGERAKAN SIMULTAN

**Andi Haris Muhammad**

Staff Pengajar  
Jurusan Teknik Perkapalan,  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM 10,  
Kampus UNHAS, Makassar, 90245  
Telp: (0411) 586015  
[andi\\_haris@yahoo.com](mailto:andi_haris@yahoo.com);

**Daeng Paroka**

Staff Pengajar  
Jurusan Teknik Perkapalan,  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin  
Jln. Perintis Kemerdekaan KM 10,  
Kampus UNHAS, Makassar, 90245  
Telp: (0411) 586015  
[d\\_paroka@yahoo.com](mailto:d_paroka@yahoo.com)

### Abstract

One of important factor to avoid accident fatalities of passenger vessel evacuation is the evacuation route design of safety. A number of critical locations can slow down the evacuation process such as doors, stairs and corridors essential for analysis. This paper discusses a number of critical locations, potential to evacuation failure, especially on ships crossing inter-islands. The method used to identify the critical location or locations where the concentration of passengers during the evacuation process is the Simultaneous Movement Method. The simulation results show that the total time required evacuation of passengers, especially on economy class of KMP Jatra II, since leaving the passenger compartment until all passengers are on the vehicle deck emergency exit is 870 seconds or 14.50 minutes, smaller than required by IMO (<60 menit). Potential of passenger density or the critical path, starting at the 1<sup>st</sup> door where in the path traversed by all economy class passengers before entering the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> corridors. Maximum number of passengers that accumulates at these sites is 72 people on 300 seconds. Subsequently passenger's concentration occurs at the meeting movement toward the passenger emergency exit vehicle deck that is derived from the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> corridors, at the location of a concentration of passengers up to 76 people on 490 second. This study suggests that the potential of location or critical point of the passenger evacuation path occurs at a meeting between two or more evacuation routes, especially in locations such as the transition to the doors, stairs or passenger traffic bottlenecks due to the larger capacity. The results of this analysis can also be used as a basis for determining an alternative evacuation route or routes change if the conditions are experienced during vessel operation.

**Keywords:** *Evacuation, route, critical, simulation and ferry*

### Abstrak

Salah satu faktor penting untuk menghindari terjadinya korban jiwa pada suatu kecelakaan kapal adalah desain jalur evakuasi yang aman. Sejumlah lokasi yang dapat memperlambat proses evakuasi seperti pintu-pintu, tangga dan koridor penting untuk dianalisis. Paper ini membahas sejumlah lokasi kritis yang berpotensi terhadap kegagalan evakuasi, khususnya pada kapal penyeberangan antara pulau. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi kritis atau lokasi dimana terjadinya kepadatan penumpang selama proses evakuasi adalah dengan Metode Pergerakan Simultan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa total waktu evakuasi yang diperlukan penumpang, khususnya pada kelas ekonomi KMP Jatra II, waktu yang diperlukan saat penumpang meninggalkan ruang ekonomi hingga seluruh penumpang tiba pada pintu darurat pada geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit). Potensi kepadatan penumpang atau jalur kritis, dimulai pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh semua penumpang kelas ekonomi sebelum memasuki koridor 1 dan 2. Jumlah penumpang yang terakumulasi pada lokasi tersebut adalah berkisar 72 orang pada detik ke 300. Selanjutnya kepadatan penumpang terjadi pada daerah pertemuan pergerakan penumpang menuju pintu darurat geladak pada kendaraan yaitu penumpang yang berasal dari koridor 3 dan 4, pada lokasi tersebut terjadi kepadatan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490. Penelitian ini menyimpulkan bahwa potensi lokasi atau titik kritis jalur evakuasi penumpang terjadi pada pertemuan antara dua atau lebih jalur evakuasi, khususnya pada lokasi transisi seperti pada pintu, tangga atau penyempitan jalur yang dikarenakan kapasitas penumpang yang besar. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam menentukan jalur evakuasi alternatif atau perubahan jalur evakuasi jika kondisi tersebut dialami pada saat kapal beroperasi.

**Kata Kunci:** *evakuasi, jalur, kritis, simulasi dan ferry*

## PENDAHULUAN

Untuk menghindari korban jiwa saat terjadinya kebakaran kapal, khususnya kapal penyeberangan antar pulau tipe *Ferry Ro-Ro*, desain ruang, jalur evakuasi antar ruang sebagai akses penyelamatan penumpang hingga *muster station* adalah penting untuk dianalisis, hal tersebut sangat mendukung selama proses evakuasi penumpang dan anak buah kapal (ABK). Berdasarkan sumber api terjadinya kebakaran, Hakkarainen dkk (2009) sesuai dengan 80 data kapal yang dikumpulkannya dari tahun 1998 – 2007 (termasuk *Ferry Ro-Ro*), mengindikasikan bahwa sumber api berasal dari ruang mesin sebesar 73% selanjutnya ruang muat kendaraan dan ruang akomodasi penumpang masing-masing sebesar 16% dan 11 %. Vanen dan Skjong (2006) menjelaskan bahwa peluang penyelamatan kapal ferry *Ro-Ro* memerlukan waktu lebih banyak dibanding kapal penumpang lainya se-misal *cruise lines*.

Organisasi Maritim Internasional (IMO) (2002) telah mengatur metode sederhana analisis evakuasi penumpang dan ABK kapal penyeberangan tipe *Ferry Ro-Ro (roll on roll off)*. Untuk mengakuratkan regulasi IMO tersebut sejumlah asumsi telah dikembangkan oleh banyak peneliti diataranya: i) kecepatan berjalan sangat bergantung pada kepadatan kerumunan orang, tipe dan model jalur serta arah gerakan kerumunan, ii) arah pergerakan berlawanan umumnya diperhitungkan berdasarkan *counter flow factor*, iii) pergerakan orang diasumsikan tanpa rintangan, iv) Pengaruh pergerakan kapal, umur penumpang, serta keterbatasan ruang gerak akibat asap kesemuanya diperhitungkan melalui *safety factor*.

Lee dkk (2003) dalam papernya telah menuliskan sejumlah penelitian pengaruh pergerakan orang (kecepatan berjalan), kepadatan penumpang serta kemiringan koridor (*trim* dan *heeling*) terhadap proses evakuasi penumpang. Sehubungan dengan hal tersebut, Lee dkk (2004) pada penelitian lainnya menjelaskan bahwa kecepatan berjalan secara berkelompok akan mengurangi kecepatan sebesar 20% dibanding berjalan secara sendirian dengan jarak antara kelompok adalah sejauh 3 m, selanjutnya kecepatan berjalan kelompok didepan akan lebih cepat dibanding kelompok yang berada dibelakangnya, namun untuk kecepatan berjalan perorangan dengan arah berlawanan dapat lebih lambat dibanding secara berkelompok.

Muhammad dkk (2012) mengidentifikasi bahwa penentuan waktu evakuasi berdasarkan kriteria IMO bersifat parsial, dimana penumpang yang dievakuasi diasumsikan berkumpul pada titik tertentu, sebelum bergerak secara bersama menuju titik berikutnya, Sehingga penentuan waktu evakuasi penumpang sangat dipengaruhi oleh perubahan kepadatan penumpang terhadap kecepatan pergerakan di suatu titik ditambahkan dengan total waktu pergerakan sepanjang jalur evakuasi. Namun pada kenyataannya, pergerakan penumpang selama proses evakuasi dapat dikatakan bergerak secara simultan, sebagai contoh pada sebuah kasus evakuasi dimana penumpang yang pertama meninggalkan titik pertama maka lebih awal tiba di titik berikutnya, sementara masih ada penumpang yang belum bergerak dari titik pertama tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa perubahan kecepatan pergerakan adalah sebagai fungsi dari kepadatan penumpang pada setiap jalur evakuasi adalah tidak konstan, karena pada dasarnya kepadatan tiap titik pada jalur evakuasi sangat tergantung pada geometri dari titik transisi sebelum dan sesudah lokasi tersebut. Untuk mengurangi kepadatan jalur evakuasi salah satu upaya yang dilakukan adalah mengurai

tumpukan penumpang pada jalur-jalur alternatif yang memungkinkan dapat mempercepat evakuasi (Muhammad, 2013)

Paper ini membahas tentang lokasi kritis atau lokasi yang berpotensi untuk mengakibatkan terjadinya kegagalan evakuasi, khususnya pada kapal penyeberangan antar pulau. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi kritis atau lokasi terjadinya penumpukan penumpang selama proses evakuasi tersebut adalah dengan Metode Pergerakan Simultan (MPS).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

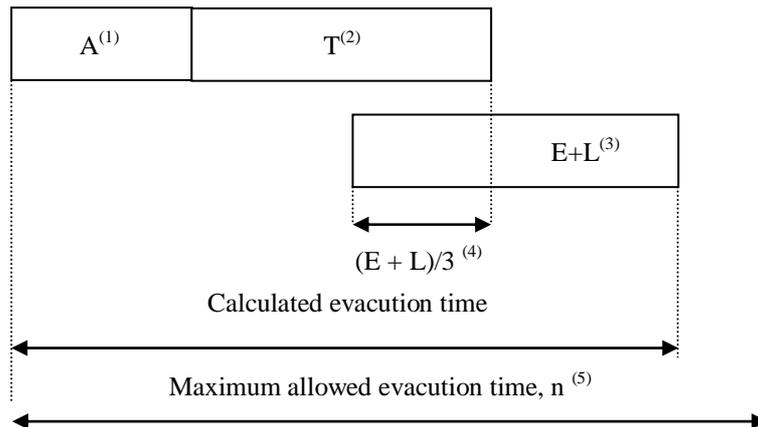
Ketentuan dan asumsi yang digunakan dalam menentukan lokasi kritis dan lokasi konsentrasi terjadinya penumpukan penumpang sbb: i) Kriteria evakuasi dan asumsi aliran spesifik serta kecepatan orang yang dipergunakan adalah sebagaimana ketentuan IMO 2002, ii) Jalur evakuasi yang digunakan dalam program simulasi adalah menggunakan jalur evakuasi penumpang kelas ekonomi KMP Jatra II.

### **Kriteria IMO**

Sejak Tahun 1970, IMO telah mengembangkan aturan dalam proses evakuasi penumpang kapal laut sebagaimana tertera pada ketentuan SOLAS kaitanya dengan keselamatan kapal dan jumlah pelampung penolong serta karakteristiknya. Hingga akhir abad yang lalu aturan utama tentang evakuasi keselamatan penumpang tersebut telah mengalami perubahan sebanyak 757 aturan. Tahun 1999 IMO mengeluarkan MSC Circ. 909 yang berisikan pedoman Interim analisis evakuasi sederhana khususnya untuk kapal penumpang tipe Ro-Ro (IMO, 1999), ketentuan tersebut adalah upaya awal untuk menganalisa secara keseluruhan tentang pergerakan penumpang di atas kapal selama proses evakuasi. Akhirnya pada tahun 2002 IMO menerbitkan MSC Circ. 1033 dengan judul pedoman interim analisis evakuasi untuk kapal baru dan yang sudah ada (IMO, 2002), aturan tersebut berisikan dua metode analisis penyelamatan penumpang: i) analisis sederhana sebagaimana yang digambarkan pada MSC Circ 909 dan ii) analisis lanjut sesuai dengan perkembangan kondisi selama evakuasi. Kriteria standar analisis sederhana total waktu maksimum evakuasi penumpang kapal ferry ro-ro yang dikembangkan oleh (IMO, 2002) sebagaimana tertera pada gambar 1. Berdasarkan skema pada gambar 1 dapat disederhanakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total Waktu Evakuasi} = (A + T) + 2/3 (E + L) \leq 60 \text{ menit}; E + L \leq 30 \text{ menit}$$

Dimana: Awareness time / waktu tanggap (A); Travel time / waktu perjalanan (T)  
Embarkasi time / waktu embarkasi (E) dan Launching Time (L)



**Gambar 1** Waktu evakuasi maksimum sesuai kriteria IMO (2002)

### Aliran Sfesifik dan Kecepatan Penumpang

Harga aliran sfesifik dan kecepatan penumpang yang dipergunakan dalam program simulasi evakuasi penumpang menggunakan sejumlah koefisien sebagaimana yang disyaratkan oleh IMO (2002) lihat Tabel 1. dan 2.

**Tabel 1** Harga aliran sfesifik dan kecepatan orang sebagai fungsi kepadatan (IMO, 2002)

Jenis fasilitas	Kepadatan (D) (p/m <sup>2</sup> )	Aliran Sfesifik FS (p/ms)	Kecepatan orang S (m/s)
Corridors	0	0	1,2
	0,5	0,65	1,2
	1,9	1,3	0,67
	3,2	0,65	0,2
	≥3,5	0,32	0,1

**Tabel 2** Harga aliran sfesifik dan kecepatan orang (IMO, 2002)

Jenis fasilitas	Aliran Sfesifik FS (p/ms)	Kecepatan orang S (m/s)
Stairs (down)	0	1,0
	0,54	1,0
	0,11	0,55
Stairs (up)	0	0,8
	0,43	0,8
	0,88	0,44
Corridors	0	1,2
	0,65	1,2
	0,13	0,67

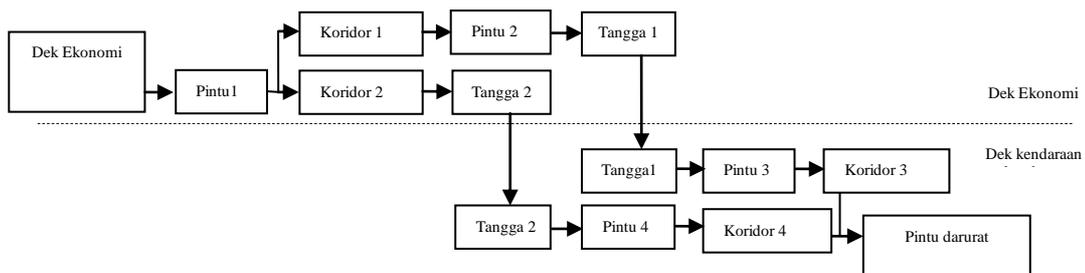
### Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah salah satu jalur pada KMP Jatra II dengan ukuran utama: L (88 m), B (15,6 m) H(5 m), GRT (3932 Ton) dan

kecepatan Knot 16 beroperasi pada trayek Merak-Bakauheni tersebut berkapsitas 751 penumpang dan 50 kendaraan. Ruang penumpang KMP Jatra II terdiri dari ruang ekonomi dan bisnis masing-masing 288 penumpang yang terletak pada geladak ruang penumpang ekonomi dan ruang eksekutif (175 penumpang) terletak pada geladak penumpang eksekutif satu lantai berada diatas geladak penumpang ekonomi. Dalam proses evakuasi penumpang kapal KMP Jatra II dilayani 3 koridor embarkasi yang berada pada geladak penumpang eksekutif. Dalam penelitian, jalur yang dianalisis terbatas pada jalur evakuasi dari ruang penumpang kelas ekonomi menuju pintu darurat pada geladak kendaraan, mengingat jalur tersebut merupakan jalur terpadat (Muhammad et al (2012)). Untuk jelasnya pembagian ruang KMP Jatra II dan Model Hidrolik Jalur Evakuasi kapal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3 serta Tabel 3



Gambar 2 Pembagian ruangan KMP Jatra II



Gambar 3 Model Hidrolik Jalur Evakuasi KMP Jatra II

Tabel 3 Jumlah Punumpang dan Panjang Jalur Evakuasi KMP Jatra II

Dari	Jml. Penumpang	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Tujuan
Dek Ekonomi-Pintu 1	144	1,2	-	-	Ke Koridor 1 &2
Dek Ekonomi -Koridor 1	72	2.4	10.00	24.00	Ke Pintu 2
Dek Ekonomi -Koridor 2	72	2.4	10.00	24.00	Ke Tangga 2

Dari	Jml. Penumpang	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Tujuan
Dek Ekonomi -Pintu 2	72	0,6	-	-	Ke Tangga 1
Dek Ekonomi -Tangga 1	72	0,6	9,68	5,81	Ke Pintu 3
Dek Ekonomi -Tangga 2	72	0,6	9,68	5,81	Ke Pintu 4
Dek Kendaraan -Pintu 3	72	0,6	-	-	Ke Koridor 3
Dek Kendaraan -Pintu 4	72	0,6	-	-	Ke Koridor 4
Dek Kendaraan -Koridor 3	72	0,60	13,00	7,80	Ke Pintu Darurat
Dek Kendaraan -Koridor 4	72	0,60	24,60	14,76	Ke Pintu Darurat

## ASUMSI DAN MODEL PROGRAM SIMULASI

### Pergerakan Simultan

Pergerakan simultan dalam proses evakuasi penumpang kapal adalah diasumsikan penumpang melakukan pergerakan secara bersama ketika ada aba-aba “evacuate” atau meninggalkan kapal. Selama pergerakan tersebut, kepadatan pada tiap titik disepanjang jalur evakuasi senantiasa berubah terhadap waktu, demikian pula kecepatan pergerakan orang sebagai fungsi terhadap kepadatan serta lebar jalur evakuasi yang dilalui.

### Waktu Evakuasi

Waktu evakuasi adalah total waktu yang diperlukan untuk semua penumpang tiba di titik akhir evakuasi (muster station). Waktu kemacetan disaat melewati tangga serta pergantian jenis jalur evakuasi sudah termasuk dalam waktu tersebut sehingga tidak perlu penambahan waktu seperti yang direkomendasikan oleh IMO.

### Kepadatan dan Kecepatan Pergerakan

Kepadatan dan kecepatan pergerakan orang pada tiap jalur evakuasi didasarkan pada standar yang diberikan oleh IMO. Kecepatan awal pergerakan orang pada setiap jalur evakuasi diasumsikan sama dengan kecepatan pada saat melewati lokasi jalur evakuasi sebelumnya. Pergerakan orang selama berada pada jalur evakuasi tertentu ditentukan sesuai dengan kepadatan dan dimensi ruang jalur evakuasi khususnya lebar jalur. Ketika kepadatan pada satu ruang tertentu sudah melebihi kapasitas maksimum dari ruangan tersebut maka diasumsikan bahwa tidak ada perpindahan orang keruang tersebut. Dengan demikian, kecepatan pergerakan orang pada ruangan sebelumnya akan sama dengan nol. Untuk kasus dimana terjadi pertemuan dua jalur evakuasi pada titik yang sama, jumlah orang yang masuk ke titik tersebut sama dengan jumlah aliran orang dari dua aliran yang berbeda yang masuk secara bersamaan. Pada kasus dimana transisi dari satu ruangan menuju dua jalur yang berbeda, aliran orang pada masing-masing jalur adalah sama, asumsi ini sedikit berbeda dengan asumsi yang diterapkan pada regulasi IMO dimana jumlah aliran pada setiap jalur disesuaikan dengan dimensi jalur yang dilalui.

### **Titik Kritis**

Titik atau lokasi kritis adalah lokasi dimana jumlah penumpang pada lokasi tersebut cenderung untuk bertambah sampai batas waktu tertentu atau sampai semua penumpang yang ada pada lokasi sebelumnya sudah masuk pada lokasi tersebut. Sedangkan lokasi yang stabil adalah lokasi dimana jumlah penumpang yang ada pada lokasi tersebut cenderung tidak mengalami perubahan sepanjang proses evakuasi atau sampai semua penumpang yang ada pada lokasi tersebut sudah berpindah ke lokasi selanjutnya.

### **Model Program Simulasi**

Model program simulasi evakuasi penumpang dikembangkan dengan Metode Pergerakan Simultan (MPS). Program dikembangkan terdiri dari tiga bagian pokok yaitu: input, proses dan output. Program input meliputi jumlah jalur dan jenis lokasi transisi pada tiap jalur serta dimensi dari masing-masing titik serta harga aliran spesifik dan kecepatan orang yang dipergunakan dalam proses input menggunakan sejumlah koefisien sebagaimana yang disyaratkan oleh IMO (2002). Bagian proses terdiri dari perhitungan kecepatan pergerakan, jarak tempuh orang pada setiap jalur serta jumlah orang yang ada pada setiap titik pada jalur evakuasi. Program output dari program simulasi dengan metode MPS ini adalah jumlah penumpang pada setiap lokasi di sepanjang jalur evakuasi pada setiap satuan waktu serta total waktu evakuasi. Berdasarkan distribusi dan perubahan distribusi penumpang pada setiap lokasi di jalur evakuasi, lokasi-lokasi kritis yang memungkinkan terjadinya penumpukan penumpang serta perlambatan proses evakuasi dapat diidentifikasi.

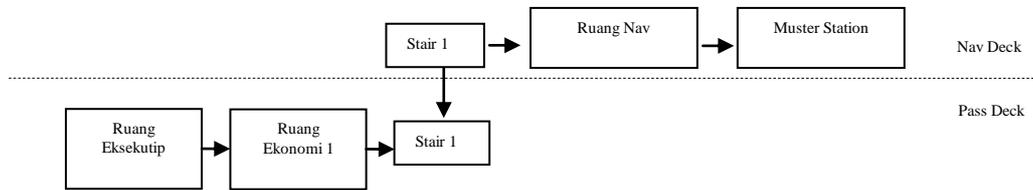
### **Validasi Program**

Program simulasi yang digunakan dalam menganalisis titik kritis dalam penelitian ini telah divalidasi melalui pengujian langsung pada kapal serupa yaitu KMP Sangke Palangga dengan ukuran utama: L (40.15 m), B (12 m) H(3.2 m) dan kecepatan Knot 11. KMP Sangke Palangga beroperasi pada trayek Bira-pamatata tersebut berkapasitas 214 penumpang dan 19 kendaraan. Distribusi penumpang masing-masing: 40 orang pada ruang eksekutif, 98 pada ruang ekonomi 1 dan 76 orang pada ruang ekonomi 2. Dalam proses evakuasi penumpang KMP Sangke palangga dilayani 1 koridor embarkasi yang terletak pada geladak navigasi atau berada satu geladak diatas geladak penumpang, namun pada geladak kendaraan juga terdapat 2 pintu darurat yang sewaktu-waktu dapat digunakan.

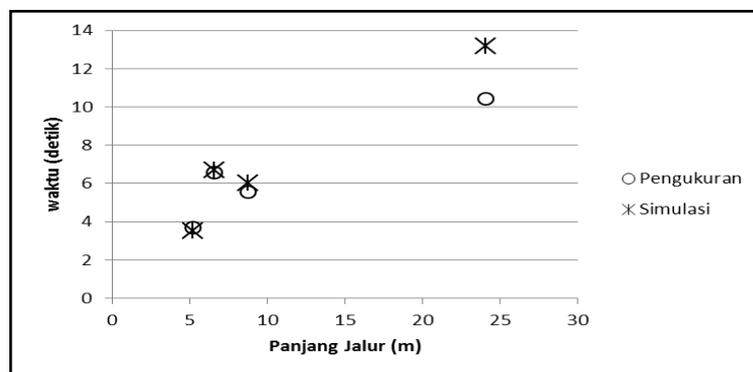
Sejumlah skenario pengujian dikembangkan dalam menentukan waktu evakuasi, khususnya terhadap panjang dan lebar jalur yang dilalui. Adapun skenario pengujian sbb. i) Skenario 1, evakuasi penumpang dari ruang eksekutif menuju tangga naik ruang ekonomi 1 (koridor eksekutif-pintu-ruang ekonomi-tangga naik). ii) Skenario 2, evakuasi penumpang dari ruang eksekutif menuju muster station. (koridor eksekutif-pintu-ruang ekonomi-tangga naik-ruang nav.-pintu-muster station). iii) Skenario 3, evakuasi penumpang dari ruang ekonomi 1 menuju ruang navigasi (ruang ekonomi-tangga naik-ruang nav.). iv) Skenario 4, evakuasi penumpang dari ruang ekonomi 1 menuju muster station (pintu-ruang nav.-pintu).

Hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS) menunjukan perbedaan terbesar terjadi pada skenario 2 sekitar 26% sedangkan 3 skenario lainnya memiliki perbedaan dibawah 4%, besarnya perbedaan hasil pada skenario 2 dikarenakan pada jalur tersebut terdapat jalur

transisi seperti halnya perubahan dari koridor ke tangga dan pintu-pintu. Model hidrolis jalur evakuasi dan data hasil pengujian berdasarkan skenario masing-masing ditampilkan pada gambar 4, 5 dan tabel 4.



**Gambar 4:** Model Hidrolik Jalur Evakuasi KMP Sangke Palangga



**Gambar 5:** Perbandingan antar pengujian dan simulasi (Metode MPS)

**Tabel 4** Perbandingan antar hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Asal penumpang (Skenario)	Panjang Jalur (m)	Pengukuran (dt)	Simulasi(dt)	Pesertanse
Ruang Eksekutif / Skenario 1	8,75	5,56	6,03	8%
Ruang Eksekutif / Skenario 2	24,05	10,41	13,16	26%
Ruang Ekonomi / Skenario 3	6,6	6,58	6,7	2%
Ruang Ekonomi / Skenario 4	5,2	3,68	3,54	4%

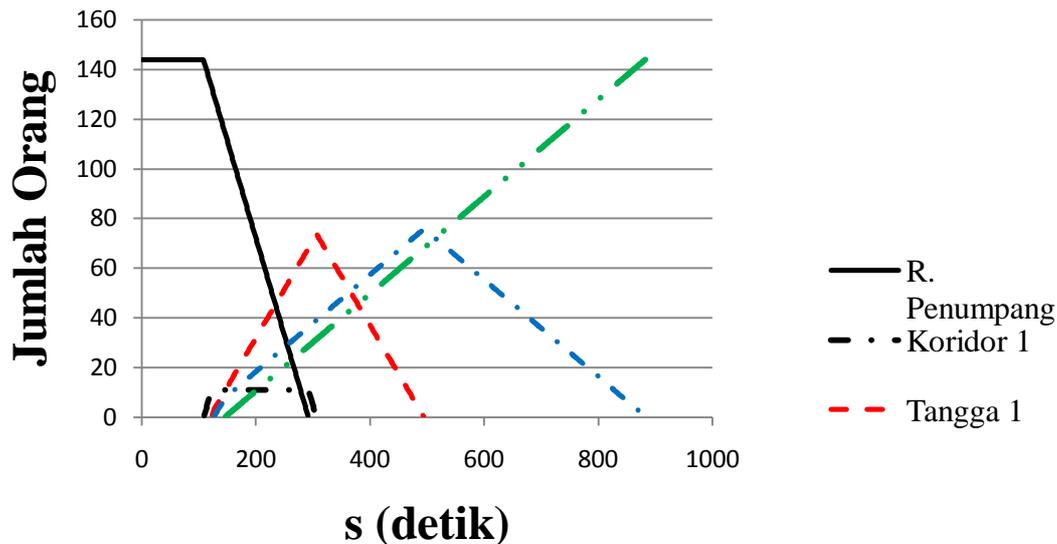
## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Simulasi evakuasi penumpang dengan metode MPS pada penelitian ini terbatas pada analisis jalur evakuasi dari ruang penumpang kelas ekonomi pada KMP Jatra II menuju ke pintu darurat yang terdapat di geladak kendaraan sebagaimana Gambar 3. Jumlah penumpang yang dievakuasi pada jalur tersebut total sebanyak 288 orang dengan masing-masing 144 orang pada sisi kanan dan 144 orang pada sisi kiri kapal.

Gambar 4 menunjukkan histori waktu evakuasi yang diperlukan penumpang untuk tiba hingga pintu darurat, pada detik ke 100 penumpang mulai meninggalkan ruang kelas ekonomi, selanjutnya pada detik ke 290 seluruh penumpang telah keluar dari ruang tersebut, pada rentang waktu tersebut tepatnya pada detik ke 140 sudah ada penumpang yang tiba pada pintu darurat sesuai jalur yang ditentukan hingga detik ke 870 seluruh penumpang sudah berada pada pintu darurat. Waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit)

Berdasarkan kepadatan disepanjang jalur evakuasi, potensi kepadatan (jalur kritis) terjadi pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh seluruh penumpang kelas ekonomi (2 x 144 orang) yang selanjutnya terbagi menjadi dua jalur yaitu masing-masing 144 penumpang menuju koridor 1 dan 2. Jumlah maksimal penumpang yang terakumulasi pada pintu 1 tersebut berkisar 72 orang pada detik ke 300, dan jumlah tersebut berangsur berkurang setelah ada penumpang yang tiba di pintu darurat. Hal tersebut dikarenakan dimensi (lebar) jalur pada koridor 1 dan 2 lebih kecil dibanding pintu masuk kedua koridor tersebut. Kepadatan serupa juga terjadi pada daerah pertemuan penumpang yang berasal dari koridor 3 dan 4 menuju pintu darurat. Pada lokasi tersebut terjadi penumpukan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490.

Total waktu evakuasi yang diperlukan untuk mengevakuasi seluruh penumpang dari ruang penumpang kelas ekonomi menuju pintu darurat yang berada di geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, hasil tersebut lebih kecil dibandingkan dengan total waktu evakuasi yang diperoleh dengan memakai metode yang diberikan oleh IMO yaitu 16.43 menit (Muhammad et al, 2012). Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan dengan Metode IMO terdapat parsialisasi dalam mengestimasi waktu yang digunakan untuk melewati seluruh jalur evakuasi. Hal lain yang memungkinkan terjadinya perbedaan hasil perhitungan kemungkinan karena ada asumsi waktu tambah akibat kemacetan atau antrian yang terjadi pada lokasi atau titik transisi tertentu. Khusus metode MPS, kemacetan atau antrian yang terjadi direalisasikan dalam bentuk perubahan kecepatan pergerakan penumpang yang semakin lambat, sementara pada metode parsial, koreksi waktu akibat kemacetan atau antrian berupa penambahan waktu evakuasi tanpa memperhitungkan jumlah dan kondisi titik transisi sepanjang jalur evakuasi.



Gambar 4 Hasil simulasi evakuasi penumpang KMP Jatra II

## KESIMPULAN

1. Total waktu evakuasi yang diperlukan penumpang kelas ekonomi KMP Jatra II mulai meninggalkan ruang penumpang hingga seluruh penumpang berada pada pintu darurat geladak kendaraan adalah 870 detik atau 14.50 menit, waktu tersebut lebih kecil sebagaimana disyaratkan IMO (<60 menit)
2. Potensi kepadatan atau jalur kritis terjadi pada pintu 1 dimana jalur tersebut dilalui oleh semua penumpang kelas ekonomi sebelum memasuki koridor 1 dan 2. Jumlah penumpukan penumpang pada lokasi tersebut berkisar 72 orang pada detik ke 300. Selanjutnya penumpukan penumpang terjadi pada daerah pertemuan penumpang dari koridor 3 dan 4 menuju pintu darurat geladak kendaraan. Pada lokasi tersebut terjadi penumpukan penumpang hingga mencapai 76 orang pada detik ke 490.
3. Potensi kepadatan atau titik kritis terjadi dikarenakan adanya pertemuan antara dua atau lebih jalur evakuasi, khususnya lokasi disekitar pintu dan tangga atau penyempitan jalur evakuasi dari ruang penumpang dengan kapasitas penumpang yang besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M DIKTI dalam pendanaan penelitian ini. Terima kasih pula khususnya kepada teknisi dan mahasiswa yang tergabung dalam kelompok penelitian bersama pada Labo-Based Education Laboratory Keselamatan Kapal Universitas Hasanuddin yang telah membantu selama pengambilan data di lapangan.

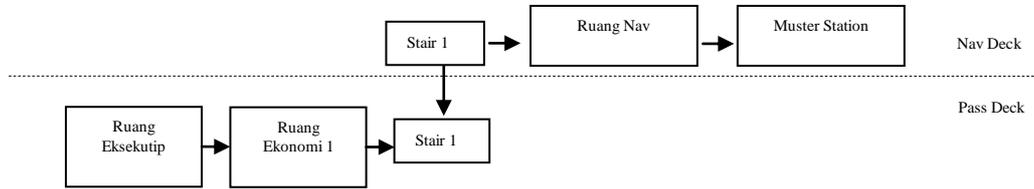
## RUJUKAN

- Hakkarainen, et al. 2009. Survivability for ship in case of fire, Final report of SURSHIP-FIRE Project
- IMO, 1999. Interim guidelines for a simplified evacuation analysis on Ro-Ro passenger ships. MSC/ Circ. 909.

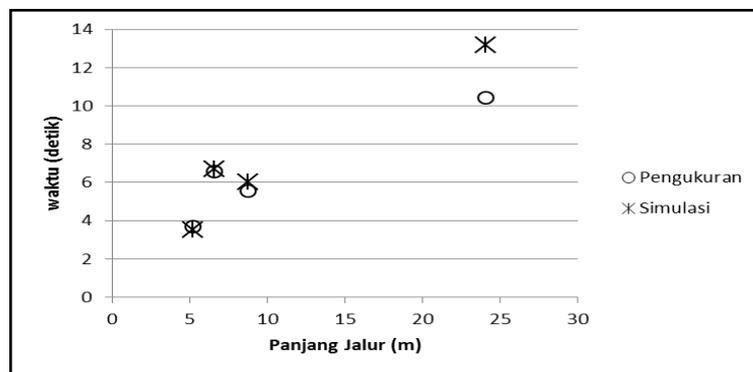
- IMO, 2002. Interim guidelines for evacuation analyses for new and existing passenger ships. MSC/ Circ. 1033.
- Lee, D., Kim, H.A., Park J.H and Park,J.B. 2003. The current status and future issues in human evacuation from ships, *Journal of Safety Science*, Vol. 41. pp. 861 -876
- Lee, D., Park J.H. dan Kim, H. A. 2004. Study on experiment of human behavior for evacuation simulation, *Journal of Ocean Engineering*, Vol. 31. pp. 931 -941
- Muhammad, A.H., Paroka, D., Sutomo, R., Daud, H.N. 2012. Studi Jalur Evakuasi pada Kapal Penyeberangan antar pulau, *Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan*. ITS Surabaya
- Muhammad, A.H., Paroka, D., Sutomo, R., Daud, H.N. 2013. Perancangan Jalur Evakuasi Pada Kapal Penyeberangan antar Pulau, *Jurnal Riset Teknologi Kelautan*, Vol. 11. No. 2. pp. 159 -282
- Vanem, E., Skjong, R. 2006. Designing for safety in passenger ships utilizing advanced evacuation analyses - A risk based approach, *Journal of Safety Science*, Vol. 44. pp. 111 -135

## LAMPIRAN 1: VALIDASI PROGRAM

Model hidrolis jalur evakuasi dan data hasil pengujian berdasarkan skenario masing-masing ditampilkan pada gambar L1, L2 dan tabel L1.



**Gambar L1** Model Hidrolis Jalur Evakuasi KMP Sangke Palangga



**Gambar L2** Perbandingan antar pengujian dan simulasi (Metode MPS)

**Tabel L1** Perbandingan antar hasil pengujian dan simulasi (Metode MPS)

Asal penumpang (Skenario)	Panjang Jalur (m)	Pengukuran (dt)	Simulasi(dt)	Pesertanse
Ruang Eksekutif / Skenario 1	8,75	5,56	6,03	8%
Ruang Eksekutif / Skenario 2	24,05	10,41	13,16	26%
Ruang Ekonomi / Skenario 3	6,6	6,58	6,7	2%
Ruang Ekonomi / Skenario 4	5,2	3,68	3,54	4%

# **ANALISIS TINGKAT KESELAMATAN PENYEBERANG MENGUNAKAN *PEDESTRIAN RISK INDEX* (PRI) (STUDI KASUS PADA SISWA PENYEBERANG DI SMPN 4 SUKOHARJO)**

**Naomi Srie Kusumastutie**

Jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan  
Jalan Semeru No 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
naomisrie@yahoo.com

**Siti Malkamah**

Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jalan Grafika No 2 Yogyakarta  
Telp. (0274) 631179  
[s.malkamah@mstt.ugm.ac.id](mailto:s.malkamah@mstt.ugm.ac.id)

## **Abstract**

The effectiveness of traffic conflict has been already proven in preventively improving safety. Therefore, the aimed of this study was to analyze pedestrian safety based on the pedestrian risk level stated by Pedestrian Risk Index (PRI). Case study was conducted on student pedestrians in SMPN 4 Sukoharjo. The recording of pedestrian crossing was made to get the traffic conflict data. Furthermore, the data was analyzed to obtain the value of Pedestrian Risk Index (PRI). The result of the data analysis showed that there were no differences of the value of PRI based on crossing location and time. However, there was difference of the value of PRI based on the kind of crossing, where individual crossing had higher value of PRI than group crossings. It concluded that group crossings had higher level of safety than individual crossings.

**Keywords:** *level of safety, pedestrian, traffic conflict, Pedestrian Risk Index (PRI)*

## **Abstrak**

Konflik lalu lintas telah terbukti efektif dalam meningkatkan keselamatan secara preventif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keselamatan penyeberang jalan berdasarkan tingkat risiko yang dinyatakan dengan *Pedestrian Risk Index* (PRI). Studi kasus dilakukan terhadap siswa pejalan kaki di SMPN 4 Sukoharjo. Data dalam penelitian ini berupa data konflik lalu lintas yang didapatkan dari analisa hasil perekaman penyeberangan. Data dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI). Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai PRI berdasarkan lokasi dan waktu penyeberangan. Namun terdapat perbedaan nilai PRI berdasarkan jenis penyeberangan, yaitu penyeberangan tunggal memiliki nilai PRI lebih tinggi daripada penyeberangan berkelompok. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penyeberangan berkelompok memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan tunggal.

**Kata kunci:** *tingkat keselamatan, pejalan kaki, konflik lalu lintas, Pedestrian Risk Index (PRI)*

## **PENDAHULUAN**

Pejalan kaki adalah pengguna jalan yang paling rentan. Apabila terlibat dalam kecelakaan, risiko fatalitas yang mereka hadapi lebih besar dibandingkan dengan pengguna jalan yang lain (Shinar, 2007). Tubuh pejalan kaki yang tidak terlindungi memungkinkan terjadinya kontak langsung dengan kendaraan yang menabraknya. Disamping itu, ukuran maupun berat tubuh mereka yang lebih kecil menjadikan mereka sebagai pihak yang lebih dirugikan ketika terlibat dalam kecelakaan.

Studi ini bermaksud untuk meneliti tingkat keselamatan pejalan kaki dalam kaitannya dengan perilaku menyeberang. Perilaku menyeberang diangkat dalam penelitian ini dikarenakan saat menyeberang merupakan kondisi yang paling kritis bagi pejalan kaki.

Indikator yang biasa digunakan untuk menentukan keselamatan jalan adalah angka kecelakaan berikut tingkat keparahannya. Pendekatan ini disebut sebagai pendekatan yang reaktif, yaitu ketika jumlah kecelakaan yang cukup signifikan harus dicatat terlebih dahulu sebelum masalah keselamatan dapat diidentifikasi dan upaya penanganannya dilakukan (Muhlrاد, 1993). Pendekatan ini dinilai memiliki kekurangan dikarenakan kecelakaan merupakan kejadian yang jarang terjadi. Disamping itu catatan dari kepolisian, dinas perhubungan maupun rumah sakit belumlah mewakili jumlah kecelakaan yang sebenarnya terjadi.

Dibutuhkan indikator lain yang dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai tingkat keselamatan jalan. Diharapkan indikator ini juga dapat mendeteksi sedini mungkin terjadinya kecelakaan, sehingga kecelakaan dapat dihindari. Salah satu indikator yang dapat digunakan adalah pengukuran konflik lalu lintas (Muhlrاد, 1993; Cafiso dkk, 2011).

Konflik lalu lintas merupakan suatu peristiwa lalu lintas yang melibatkan interaksi dua atau lebih pengguna jalan yang saling mendekati satu sama lain dalam ruang dan waktu yang sama (Heyden dalam Malkamah, 2000). Kejadian ini dapat berkembang menjadi kecelakaan jika pergerakan salah satu atau kedua pengguna tidak berubah. Perubahan pergerakan ini dapat berupa pengelakan, percepatan, maupun pengereman, sehingga kecelakaan dapat dihindarkan.

Terdapat banyak metode konflik lalu lintas, diantaranya adalah *Time to Zebra* (TTZ), *Time to Collision* (TTC), *Post Encroachment Time* (PET), *Deceleration to Safety Time* (DST) (dalam Cafiso dkk, 2011) dan *Swedish Traffic Conflict Technique* (Ho, 2004; Muhlrاد, 1993; Malkamah, 2002). Penelitian ini menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) untuk mengukur konflik lalu lintas sekaligus menghubungkannya dengan tingkat risiko (Cafiso dkk, 2011).

Cafiso dkk (2011) membagi konflik lalu lintas dalam tiga fase, yaitu:

1. Fase terlewati (*passing phase*). Pada fase ini jarak kendaraan sudah sangat dekat dengan lokasi penyeberangan, sehingga kendaraan sudah akan meninggalkan area konflik sebelum pejalan kaki sampai pada area tersebut.
2. Fase berhenti (*stopping phase*). Pada fase ini jarak kendaraan masih sangat jauh dengan lokasi penyeberangan dan kecepatannya memungkinkan untuk berhenti dengan aman sebelum sampai di area konflik.
3. Fase konflik (*conflict phase*). Pada fase ini jarak dan kecepatan kendaraan maupun pejalan kaki dapat mengakibatkan tabrakan jika tidak dilakukan upaya pengelakan.

Dalam pengukuran konflik lalu lintas dan tingkat risikonya dengan PRI perlu ditentukan beberapa nilai sebagai berikut (Cafiso dkk, 2011):

1.  $TTC_v$  (*Time to Collision of Vehicle*), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TTC_{i(v)} = \frac{D_{yi(v)}}{V_{i(v)}} \quad (1)$$

Keterangan:

$TTC_{i(v)}$  (det) : waktu yang digunakan oleh kendaraan untuk mencapai lokasi penyeberangan pada waktu ke-i.

$D_{yi(v)}$  (m) : jarak antara kendaraan dan lokasi penyeberangan pada waktu ke-i.

$V_{i(v)}$  (m) : kecepatan kendaraan pada waktu ke-i.

2.  $TTC_{i(p)}$  (*Time to Collision of pedestrian*), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TTC_{i(p)} = \frac{D_{xi(v)} - D_{xi(p)}}{V_p} \quad (2)$$

Keterangan:

$TTC_{i(p)}$  (det) : waktu yang digunakan oleh pejalan kaki untuk mencapai area konflik pada waktu ke-i.

$D_{xi(v)}$  (m) : jarak kendaraan dengan tepi jalan pada waktu ke-i.

$D_{xi(p)}$  (m) : jarak kendaraan dengan tepi jalan pada waktu ke-i.

$V_p$  (m/det) : kecepatan pejalan kaki.

3. *Vehicle time to stopping* ( $T_s$ ), yang dihitung dengan rumus:

$$T_{si} = T_r - \frac{V_{i(v)}}{a_b} \quad (3)$$

Keterangan:

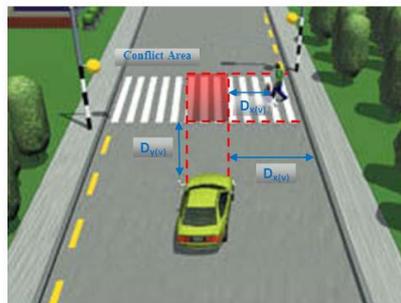
$T_{si}$  (det) : waktu henti pada waktu ke- i.

$T_r$  (det) : waktu reaksi pengemudi.

$V_i$  (m/det) : kecepatan kendaraan pada waktu ke-i.

$a_b$  (m/det) : perlambatan pengereman.

Gambar 1 menyajikan ketiga parameter konflik lalu lintas tersebut.

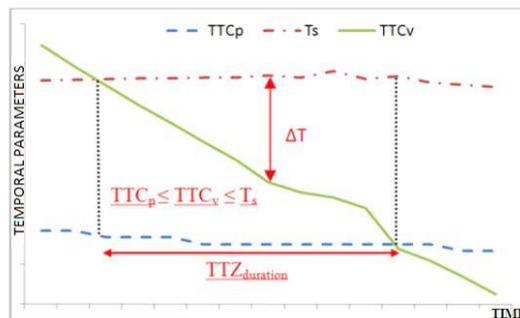


**Gambar 1.** Parameter dalam konflik lalu lintas (Cafiso dkk, 2011)

Selanjutnya ketiga parameter ini digunakan untuk menjelaskan tiga fase dalam konflik yang disebutkan di atas, sebagai berikut (Cafiso dkk, 2011):

1. Pada saat  $TTC_v > T_s$  berarti kendaraan dapat berhenti sebelum area konflik.
2. Pada saat  $TTC_v < TTC_p$  berarti pejalan kaki sampai di area konflik setelah kendaraan lewat.
3. Pada saat  $TTC_v < T_s$  berarti kendaraan tidak dapat berhenti sebelum mencapai area konflik.
4. Pada saat  $TTC_p < TTC_v$  berarti pejalan kaki terlibat konflik dengan kendaraan.

Fase konflik didefinisikan sebagai  $TTZ_{duration}$  (*Time To Zebra duration*) dalam interval  $TTC_p < TTC_v < T_s$  (Gambar 2).



**Gambar 2.** Fase konflik (Cafiso dkk, 2011)

Untuk dapat menentukan tingkat risiko, dalam hal ini adalah nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI), maka dibutuhkan satu parameter lagi yaitu  $V_{impact}$ .  $V_{impact}$  dihitung dengan rumus (Cafiso dkk, 2011):

$$V_{impact} = \sqrt{v_v^2 - 2 \cdot a_b \cdot (D_y - V_v \cdot T_r)} \quad (4)$$

Keterangan:

- $V_{impact}$  (m/det) : kecepatan tabrakan pada waktu ke-i.
- $V_v$  (m/det) : kecepatan awal kendaraan pada waktu i.
- $a_b$  (m/det<sup>2</sup>) : perlambatan pengereman.
- $D_{yi(v)}$  (m) : jarak kendaraan dari area konflik.
- $T_r$  (det) : waktu persepsi dan reaksi pengemudi.
- $V_{i(v)} \cdot T_r$  (m) : jarak yang ditempuh selama waktu persepsi dan waktu reaksi.

Dengan demikian *Pedestrian Risk Index* (PRI) dapat dihitung dengan rumus (Cafiso dkk, 2011):

$$PRI = \sum_{TTZ_D} (V_{impact_i}^2 \cdot \Delta T_i) \quad (5)$$

Keterangan:

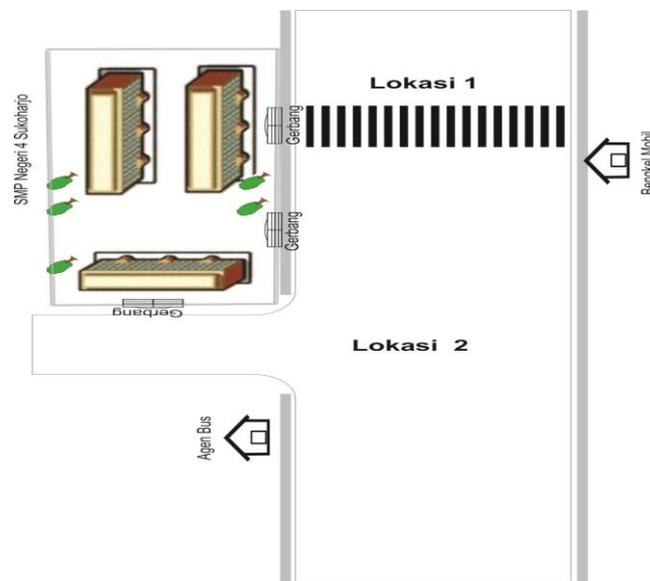
- $V_{impact}$  (m/det) : kecepatan tabrakan pada waktu ke-i.

$\Delta T_1(\text{det})$  : perbedaan antara  $TTC_{vi}$  dan  $T_{si}$ .

## METODOLOGI

### Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini adalah dua titik penyeberangan di Jalan Raya Solo-Wonogiri, yaitu di gerbang depan dan gerbang belakang SMPN 4 Sukoharjo. Jalan Raya Solo-Wonogiri ini merupakan jalan kolektor primer, dengan fungsi jalan III B dan status jalan provinsi. Lokasi ini dipilih sebagai lokasi penelitian dengan pertimbangan volume penyeberang yang tinggi, perilaku penyeberang yang cenderung berisiko, dan banyaknya konflik lalu lintas yang terjadi di lokasi ini. Data-data tersebut diperoleh melalui survei pendahuluan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi penelitian

Lokasi 1 merupakan titik penyeberangan di ruas jalan Wonogiri-Solo di depan gerbang utama SMPN 4 Sukoharjo. Pada lokasi 1 ini tidak tersedia tempat pemberhentian kendaraan umum. Hal ini mengakibatkan kendaraan umum berhenti untuk menunggu penumpang di depan gerbang sehingga mengganggu jarak pandang pengguna jalan. Pada waktu siang hari, kerumunan siswa yang akan menyeberang atau sedang menunggu kendaraan umum mengganggu akses kendaraan dari dalam dan luar sekolah. Siswa cenderung menunjukkan perilaku berisiko dengan bercanda ataupun berlari-larian ketika akan menyeberang ataupun sedang menunggu kendaraan umum. Mobil pelanggan bengkel di depan sekolah sering kali parkir didepan gerbang sekolah sehingga juga mengganggu jarak pandang. Selain tidak tersedia rambu-rambu yang memadai, zebra cross yang tersedia pun dalam kondisi yang buruk.

Lokasi 2 merupakan simpang antara Jalan Raya Wonogiri Solo dan jalan lokal. Pada jalan lokal tersebut terdapat gerbang belakang SMPN 4 Sukoharjo. Sepertihalnya pada lokasi 1, pada lokasi 2 ini juga tidak tersedia tempat pemberhentian kendaraan umum. Kendaraan berhenti di dekat mulut simpang atau di depan mulut simpang untuk menunggu ataupun menaikturunkan penumpang. Di dekat simpang terdapat agen bus AKAP jurusan Wonogiri-Jakarta. Seringkali bus yang sedang berhenti di depan. Rambu-rambu maupun zebra cross tidak tersedia di lokasi ini.

### Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan observasi lapangan, yaitu survei konflik lalu lintas yang melibatkan siswa SMPN 4 yang menyeberang jalan. Untuk mempermudah analisis data dan meningkatkan reliabilitas, maka observasi dilakukan melalui proses perekaman.

### Metode analisis data

Langkah-langkah dalam analisis data adalah sebagai berikut:

1. Analisis konflik lalu lintas.
2. Uji reliabilitas hasil pengamatan konflik lalu lintas.
3. Perhitungan nilai PRI.
4. Uji hipotesis perbandingan nilai PRI.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis konflik lalu lintas

Dalam analisis data konflik lalu lintas terlebih dahulu ditentukan nilai *Time to Collision Vehicle* ( $TTC_v$ ), *Time to Collision Pedestrian* ( $TTC_p$ ), dan *Vehicle Time to Stopping* ( $T_s$ ). Nilai-nilai tersebut dihitung menggunakan rumus seperti yang telah disampaikan pada bab sebelumnya. Dengan menggunakan asumsi waktu reaksi 1,5 detik, perlambatan pengereman  $4,9 \text{ m/det}^2$  ( $f=0,5$ ;  $g=9,81 \text{ m/det}^2$ ) dan kecepatan pejalan kaki  $1,2 \text{ m/det}^2$ .

Untuk menentukan durasi fase-fase dalam konflik lalu lintas rekaman dibagi menjadi beberapa *frame*, satu *frame* berlangsung selama satu detik. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan Ms Excel. Tabel 1 menyajikan contoh analisis konflik lalu lintas.

**Tabel 1.** Contoh analisis konflik lalu lintas

No	Kode Rek.	Frame	V (m/dt)	Dy <sub>(v)</sub>	Dx <sub>(v)</sub>	Dx <sub>(p)</sub>	TTC <sub>(v)</sub>	TTC <sub>(p)</sub>	T <sub>s</sub>	Fase
1	s1	00.05	13,9	68	5,3	5,3	4,90	0,00	4,3	<i>Stopping</i>
		00.06	13,9	54	5,3	4,7	3,89	0,50	4,3	<i>Conflict</i>
		00.07	13,9	40	5,3	4,1	2,88	1,00	4,3	<i>Conflict</i>
		00.08	13,9	26	5,3	3,5	1,87	1,50	4,3	<i>Conflict</i>
		00.09	13,9	15	5,3	2,9	1,08	2,00	4,3	<i>Passing</i>
2	s2	Tunggu aman								

Dari contoh tersebut dapat diketahui bahwa penyeberangan dengan kode s1 mengalami fase konflik selama 2 detik yang berlangsung dari *frame* 00.06 sampai dengan 00.08. Penyeberangan dengan kode rekaman s2 tidak mengalami konflik lalu lintas karena penyeberang menunggu lalu lintas aman terlebih dahulu sebelum menyeberang.

### Uji reliabilitas konflik lalu lintas

Pengamatan konflik lalu lintas dilakukan oleh dua orang pengamat. Hasil pengamatan dibedakan antara penyeberangan yang dilakukan oleh satu orang penyeberang (penyeberangan tunggal) dan penyeberangan yang dilakukan secara bersama-sama oleh lebih dari satu orang penyeberang (penyeberangan berkelompok). Hasil pengamatan konflik lalu lintas tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan konflik lalu lintas oleh pengamat 1 dan pengamat 2

Lok.	Hari	Waktu	Jumlah Konflik			
			Pengamat 1		Pengamat 2	
			Tunggal	Kelompok	Tunggal	Kelompok
1	1	Pagi	3	3	3	6
	1	Siang	0	0	0	0
	2	Pagi	9	6	7	2
	2	Siang	0	2	0	0
2	1	Pagi	9	4	7	3
	1	Siang	2	3	3	3
	2	Pagi	2	3	2	2
	2	Siang	1	3	1	2
Total			26	24	23	18

Dari uji *chi square* yang dilakukan didapat hasil bahwa  $\chi^2$  hitung (0,04) <  $\chi^2$  tabel (5,991). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan hasil pengamatan jumlah konflik lalu lintas antara kedua pengamat. Dengan demikian hasil pengamatan konflik lalu lintas tersebut dapat dikatakan reliabel. Untuk analisis data selanjutnya, yang digunakan adalah hasil pengamatan oleh pengamat 1.

Sampai dengan tahap ini analisis konflik lalu lintas yang dilakukan tidak memperhitungkan jenis kendaraan. Namun untuk analisis selanjutnya hanya konflik lalu lintas yang melibatkan sepeda motor saja yang dipakai untuk menyeragamkan nilai PRI. Jika dalam satu kejadian terdapat lebih dari satu kendaraan, maka yang digunakan adalah konflik lalu lintas dengan kendaraan yang paling tinggi tingkat risikonya.

### Perhitungan nilai PRI

Perhitungan nilai PRI dilakukan dengan rumus yang dikemukakan oleh Cafiso dkk (2011) yang telah disampaikan sebelumnya. Sepertihalnya dalam analisis konflik lalu

lintas, dalam perhitungan PRI ini waktu reaksi yang digunakan adalah 1,5 detik dan perlambatan pengereman 4,9 m/det<sup>2</sup>. Tabel 3 berikut merupakan contoh perhitungan PRI.

**Tabel 3.** Contoh perhitungan PRI

Konflik lalu lintas 1: kode rekaman s1

Frame	V (m/dt)	Dy <sub>(v)</sub>	Dx <sub>(v)</sub>	Dx <sub>(p)</sub>	TTC <sub>(v)</sub>	TTC <sub>(p)</sub>	T <sub>s</sub>	Fase	V <sub>impact</sub>	V <sub>2<sup>impact</sup></sub>	Dt	PRI
00.05	13,9	68	5,3	5,3	4,90	0,00	4,3	Stopping				
00.06	13,9	54	5,3	4,7	3,89	0,50	4,3	Conflict	0			
00.07	13,9	40	5,3	4,1	2,88	1,00	4,3	Conflict	2.30	5,06	1,45	7,37
00.08	13,9	26	5,3	3,5	1,87	1,50	4,3	Conflict	11.90	142,26	2,46	350,30
00.09	13,9	15	5,3	2,9	1,08	2,00	4,3	Passing				
											ΣPRI	357,7

Dari contoh tersebut dapat diketahui bahwa konflik lalu lintas yang dialami oleh penyeberangan dengan kode rekaman s1 memiliki nilai PRI sebesar 357,7. Pada frame 00.06 walaupun berada dalam *conflict phase* nilai V<sub>impact</sub> tidak diperhitungkan karena pengaruh kecepatan sudah tidak lagi signifikan ketika kendaraan sudah mencapai area konflik.

### Uji hipotesis

Berdasarkan uji asumsi yang dilakukan data nilai PRI berdistribusi normal (p-value uji Kolmogorof-Smirnov >0,05, sehingga H0 diterima). Sesuai jenis data yang dimiliki tersebut maka pengujian perbandingan nilai PRI dilakukan dengan menggunakan uji t. Pada Tabel 4 berikut disajikan hasil uji perbandingan nilai PRI berdasarkan lokasi, waktu, dan jenis penyeberangan.

**Tabel 4.** Hasil uji perbandingan nilai PRI

	Perbandingan	N	Rata-rata	Standar Deviasi	t-value	p-value
Lokasi	Lokasi 1	6	262,22	144,98	0,450	0,661
	Lokasi 2	7	226,80	138,42		
Waktu	Pagi	8	282,41	144,98	1,355	0,203
	Siang	5	180,32	138,42		
Jenis	Tunggal	6	343,40	89,48	3,315	0,007
	Berkelompok	7	157,21	109,59		

Dari Tabel 5 di atas dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan rata-rata nilai PRI berdasarkan lokasi dan waktu (p>0,05), namun ada perbedaan yang signifikan terhadap nilai rata-rata PRI berdasarkan jenis penyeberangan (p<0,05). Rata-rata nilai PRI pada penyeberangan tunggal lebih tinggi daripada penyeberangan kelompok. Dengan demikian

dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai PRI penyeberangan berkelompok lebih aman daripada penyeberangan tunggal.

### **Analisis tingkat keselamatan**

Berdasarkan hasil analisis perhitungan nilai PRI di atas, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nilai PRI di lokasi 1 dan lokasi 2 maupun pada penyeberangan pagi hari dan siang hari. Dengan demikian pada penelitian ini tingkat keselamatan penyeberang berdasarkan lokasi penyeberangan maupun waktu penyeberangan relatif sama.

Perbedaan nilai PRI ditemukan pada perbandingan berdasarkan jenis penyeberangan. Nilai PRI pada penyeberangan tunggal lebih tinggi daripada penyeberangan berkelompok. Nilai PRI dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan, yaitu untuk menentukan  $\Delta t$  maupun  $V_{impact}$ . Semakin tinggi kecepatan kendaraan akan semakin tinggi pula nilai PRI-nya, karena rentang  $T_s$  dan  $TTC_v$  akan semakin besar dan  $V_{impact}$  juga akan semakin besar. Dengan demikian diduga kecepatan rata-rata kendaraan di kedua lokasi dan di kedua waktu penyeberangan relatif sama.

Pengendara cenderung baru akan mengurangi kecepatan ketika penyeberangan dilakukan secara berkelompok. Penyeberangan yang dilakukan dalam kelompok besar membuat pengendara lebih cepat dan lebih mudah mendeteksi adanya penyeberang jalan. Dengan demikian pengendara cenderung akan menurunkan kecepatan dan memberi kesempatan untuk menyeberang kepada mereka. Sebaliknya, pengendara cenderung mengabaikan adanya penyeberang ketika penyeberangan hanya dilakukan oleh satu orang.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI) dipengaruhi oleh jenis penyeberangan. Penyeberangan yang dilakukan secara berkelompok memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan yang dilakukan oleh satu orang penyeberang. Lokasi dan waktu penyeberangan tidak berpengaruh pada tingkat keselamatan penyeberang.

Peningkatan keselamatan penyeberang di lokasi penelitian dapat dilakukan dengan menetapkan lokasi penelitian sebagai Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Di lokasi ini hendaknya diterapkan manajemen kecepatan dengan pembatasan kecepatan, pemasangan rambu dan pemasangan alat pengurang kecepatan yang sesuai dengan kondisi lokasi. Selain itu para siswa disarankan untuk menyeberang secara berkelompok dengan dibantu oleh petugas.

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan pengembangan metode konflik lalu lintas dengan menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) sehingga nilai PRI tidak hanya digunakan untuk membandingkan tingkat risiko antar lokasi namun dapat dimaknai lebih dalam lagi, misalnya untuk memprediksi tingkat kerugian apabila konflik lalu lintas berlanjut pada terjadinya kecelakaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cafiso, S., Garcia Garcia, A., Cavarra ,R., dan Romero Rojas, M.A. 2011. *Before and After Study of Crosswalk using a Pedestrian Risk Index*. (<http://www.aronline.trb.org/12k96v/12k96v>, diakses 16 Juni 2011).
- Ho, Geoffrey. 2004. *Traffic Conflict Technique for Intersection Safety Analysis*. ([http://rakan1.jkr.gov.my/csfj/editor/files/File/Dokumentasi/Nota%20Kursus%20dan%20Seminar/Road%20Safety%20Seminar/traffic\\_conflict.pdf](http://rakan1.jkr.gov.my/csfj/editor/files/File/Dokumentasi/Nota%20Kursus%20dan%20Seminar/Road%20Safety%20Seminar/traffic_conflict.pdf), diakses 16 Juni 2011).
- Malkamah, Siti. 2000. *Action Taken By Pedestrian and Driver to Avoid Accident*. Forum Teknik Nomor 24 Jilid 3 Tahun 2000, hal 371 -381.
- Muhlrad, Nicole. 1993. *Traffic Conflict Techniques and Other Form of Behavioural Analysis: Application to Safety Diagnoses*. ([http://www.ictct.org/dlObject.php?document\\_nr=361&Muhlrad.pdf](http://www.ictct.org/dlObject.php?document_nr=361&Muhlrad.pdf), diakses 3 Juni 2011).
- Shinar, David. 2007. *Traffic Safety and Human Behavior*. Amsterdam: Elsevier.

## KAJIAN PENENTUAN KECEPATAN MAKSIMAL YANG BERKESELAMATAN PADA BLACKSPOT DI RUAS JALAN KRIAN – BALONGBENDO SIDOARJO

**Dadang Supriyatno**  
Jurusan Teknik Sipil  
Program Studi D3 Transportasi  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Surabaya  
[dadang.supriyatno@gmail.com](mailto:dadang.supriyatno@gmail.com)

### Abstract

Krian roads connecting cross-Balongsendo a Surabaya-Yogyakarta anantara traversed by various types of vehicles with an average speed that is high enough to potentially cause major traffic accidents. Therefore, determination of technical studies conducted at a maximum speed of these roads. Based on the traffic accident data and daily average in the area of accident analysis and calculation of the actual speed of the Safer. From the analysis of the obtained results and Blacksideblackspot determination and the actual speed of the results obtained in these roads Safer.

**Keyword** : *traffic accident, blackspot, blackside.*

### Abstrak

Ruas jalan Krian-Balongsendo merupakan lintasan penghubung antara Surabaya-Yogyakarta yang dilalui oleh berbagai jenis kendaraan dengan kecepatan rata-rata yang cukup tinggi sehingga berpotensi besar menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu diadakan kajian teknis penentuan kecepatan maksimal di ruas jalan tersebut. Berdasarkan data kecelakaan lalu lintas harian rata-rata di daerah tersebut dilakukan analisis kecelakaan dan perhitungan kecepatan actual yang berkeselamatan. Dari hasil analisis tersebut diperoleh hasil penentuan blackspot dan blackside serta diperoleh hasil kecepatan actual yang berkeselamatan di ruas jalan tersebut.

**Kata kunci** : *kecelakaan lalu lintas, blackspot, blackside*

## PENDAHULUAN

Lokasi Krian banyak dilewati oleh berbagai jenis moda untuk melakukan aktivitas perjalanan lalu lintas. Semakin banyak volume kendaraan yang melintas pada ruas jalan, maka semakin besar kemungkinan terjadinya kecelakaan di jalan raya. Kecelakaan lalu lintas adalah peristiwa yang terjadi antara kendaraan bermotor (roda dua, roda empat atau lebih) dengan kendaraan bermotor/tidak bermotor maupun bendalainnya yang ada di jalan. Kecelakaan lalu lintas mengakibatkan kerusakan yang dialami kendaraan yang saling bertabrakan. Kerusakan yang ditimbulkannya bergantung pada kerasnya benturan dan kecepatan kendaraan.

Kecelakaan lalu lintas dipengaruhi oleh tiga faktor utama. Tiga faktor utama tersebut menyebabkan terjadinya kecelakaan. Faktor pertama adalah manusia sendiri, yang kedua adalah faktor kendaraan yang terakhir adalah faktor jalan. Kecelakaan lalu lintas bisa saja terjadi akibat kombinasi ketiga faktor penyebab utama kecelakaan tersebut.

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu fenomena yang kerap terjadi sehingga mengakibatkan kerugian baik secara materiil maupun non materiil kepada para korban. Kerugian materiil dapat berupa rusaknya kendaraan atau harta benda

nda, sementara kerugian non materiil dapat berupa timbulnya rasa trauma, cacat seumur hidup, bahkan hilangnya nyawa yang mengakibatkan korban meninggal dunia. Fenomena ini tentu tidak bias dibiarkan berlarut-larut, karena bukannya mungkin korban serta kerugian yang diakibatkan kecelakaan lalu lintas akan semakin meningkat dari waktu ke waktu.

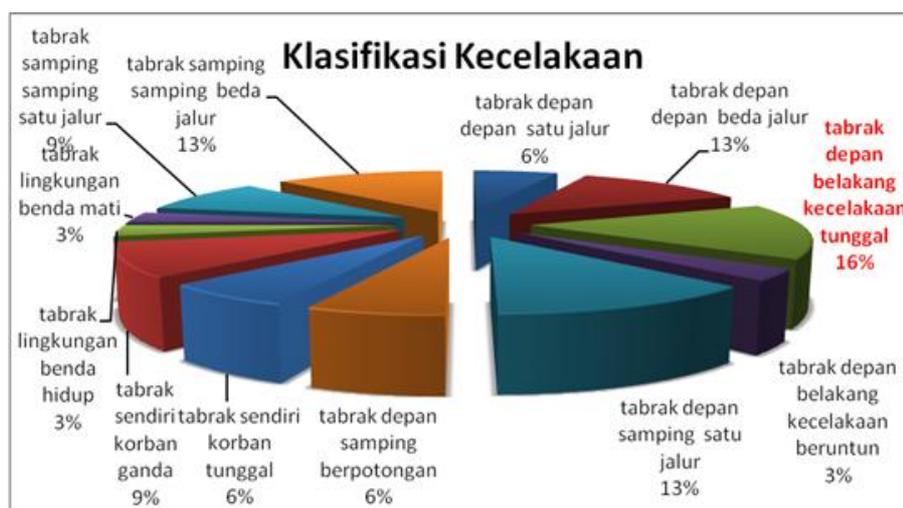
## METODOLOGI

Rencana tahapan kegiatan penyusunan Kajian Penentuan Kecepatan Maksimal yang Berkeselamatan pada *Blackspot* di Ruas Jalan Krian – Balongbendo meliputi: Tahap Persiapan, Tahap Pengumpulan Data, Tahap Analisis, Penentuan Black Spot dan Black Side, dan Tahap Akhir yang terdiri dari:

1. Tahap Persiapan : merupakan tahapan persiapan pendahuluan dalam upaya pelaksanaan studi berupa survei inventarisasi, pengumpulan data pendukung lainnya dan kajian maupun studi yang pernah ada.
2. Tahap Pengumpulan Data: adalah tahapan dalam memperoleh data yang dibutuhkan dalam kegiatan Penentuan Kecepatan Maksimal yang Berkeselamatan pada *Blackspot* di Ruas Jalan Krian – Balongbendo
3. Tahap Penentuan Black Spot dan Black Side: dimana tahapan ini akan dihasilkan analisis penentuan black spot dan black side serta penentuan batas kecepatan aksimal yang berkeselamatan sepanjang ruas Jalan Krian – Balongbendo.
4. Tahap Akhir: berupa finalisasi Kajian Penentuan Kecepatan Maksimal yang Berkeselamatan pada *Blackspot* di Ruas Jalan Krian – Balongbendo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tipe-tipe kecelakaan yang di bagikan menjadi 6 kriteria di atas dapat dilihat di halaman berikut ini mengenai bagan / grafik klasifikasi yang dibuat sesuai dari data kecelakaan polres Sidoarjo.



Gambar 1. Grafik Klasifikasi Kecelakaan

Dari Klasifikasi di atas dapat dilihat dari diagram di bawah yang bahwa paling dominan adalah tabrak depan belakang (kecelakaan tunggal) yakni sebanyak 16% atau 5 kejadian.

Berdasarkan data kronologi kejadian, tabrak depan belakang (kecelakaan tunggal ) ini didominasi oleh kendaraan bermotor roda dua yang menabrak bus , mobil dan kendaraan berat.

**Klasifikasi Kecelakaan**

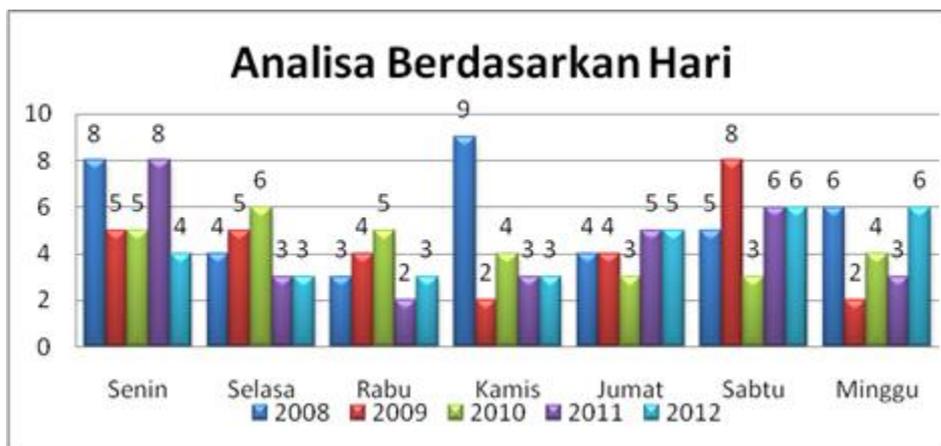
1. Berdasarkan waktu terjadinya



**Gambar 2.** Grafik Analisa Kecelakaan Berdasarkan Jam Terjadinya

Berdasarkan angka yang ditunjukkan pada diagram 4.16 dapat dianalisa bahwa pada tahun 2008 sering terjadi kecelakaan pada jam 12.00-15.00 WIB, tahun 2009 sering terjadi kecelakaan pada jam 09.00-12.00 WIB, tahun 2010 sering terjadi kecelakaan pada jam 15.00-21.00 WIB, tahun 2011 sering terjadi kecelakaan pada jam 12.00-15.00 WIB sedangkan tahun 2012 sering terjadi kecelakaan pada jam 06.00-12.00 WIB.

2. Berdasarkan hari terjadinya



**Gambar 3.** Grafik Analisa Kecelakaan Berdasarkan Hari Terjadinya

Berdasarkan diagram di atas dapat dianalisis berdasarkan hari maka pada tahun 2008 kecelakaan sering terjadi pada hari Kamis, tahun 2009 kecelakaan sering terjadi pada hari Sabtu, Sedangkan pada tahun 2010 kecelakaan sering terjadi pada hari Selasa, Tahun 2011 kecelakaan sering terjadi pada hari Senin, dan pada tahun 2012 kecelakaan sering terjadi pada hari Sabtu dan Minggu.

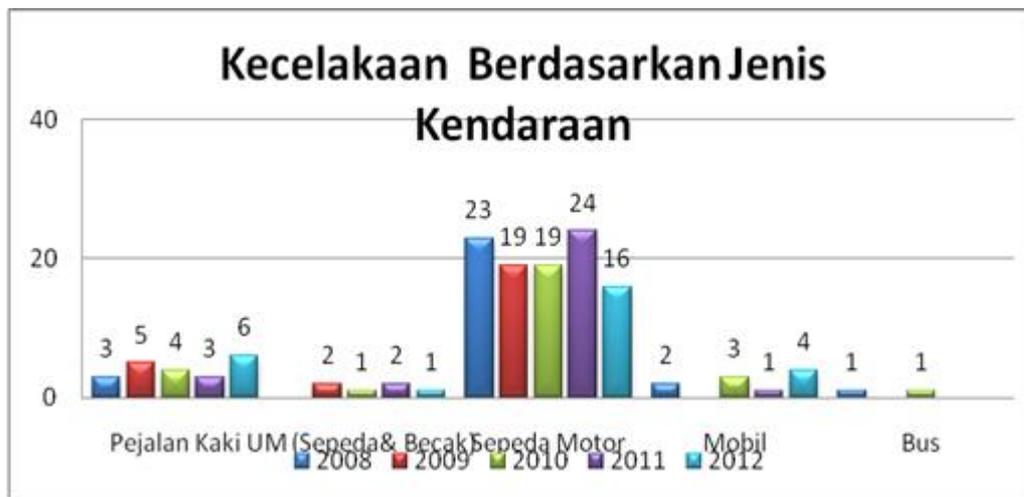
3. Tingkat keparahan Korban Kecelakaan



**Gambar 4.** Grafik Analisa Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan Korban

Faktor tingkat keparahan korban akibat kecelakaan diperlihatkan untuk fatal/ meninggal paling banyak di alam pada tahun 2011 sebanyak 7 kejadian atau 32%, sedangkan untuk luka berat paling banyak di alam pada tahun 2011 sebanyak 20 kejadian atau 26% dan untuk luka ringan paling banyak di alam pada tahun 2010 sebanyak 21 kejadian atau 36%. Jika dilihat dari kondisi eksistingnya membuktikan bahwa semakin tahun perusahaan industri di daerah ini semakin berkembang sehingga banyak pengguna jalan mengakibatkan resiko kecelakaan semakin tinggi.

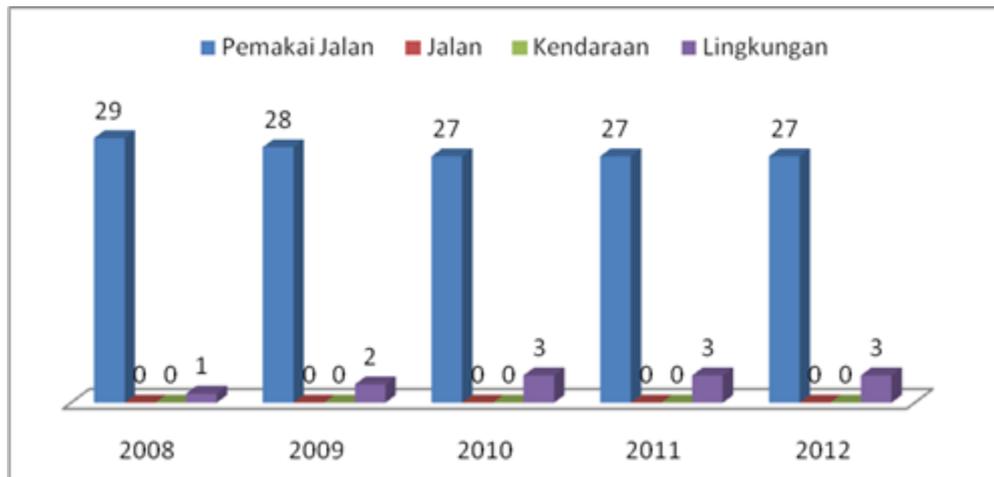
#### 4. Pengguna Jalan yang Terlibat



**Gambar 5.** Grafik Analisa Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kendaraan Terlibat

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa selama 5 tahun terakhir kendaraan yang banyak terlibat dan mengalami kecelakaan adalah sepeda motor. Pada tahun 2008 kecelakaan sepeda motor sebanyak 23 kejadian, tahun 2009 sebanyak 19 kejadian, tahun 2010 sebanyak 19 kejadian, tahun 2011 sebanyak 24 kejadian, dan pada tahun 2012 sebanyak 16 kejadian.

**Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas**



**Gambar 5.** Grafik Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa kecelakaan yang terjadi di sepanjang ruas Jalan Krian-Balombangendo kebanyakan disebabkan karena faktor pemakai jalan (manusia). Frekuensi diagram di atas menunjukkan hampir 95% pemakai jalan (manusia) menjadi faktor utama terjadinya kecelakaan selam alimatahun terakhir.

**Accident Rate (AR) Pada Ruas Jalan Raya Basuki Rachmat – Jalan Raya Balombangendo**

Diketahui : AF = 51 kejadian kecelakaan  
 n = 5 tahun  
 L = 5,820 Km  
 LHR = 2387 smp/jam

Ditanyakan : AR ?

Penyelesaian :

$$AR = \frac{AF \times 100.000.000}{L \times n \times LHR \times 365}$$

$$A = \frac{51 \times 100.000.000}{5,820 \times 5 \times 2387 \times 365}$$

$$AR = \frac{5.100.000.000}{25.353.521}$$

AR = 201,155496 JPKP

**Perhitungan Angka Kecelakaan untuk Blackspout (Rsp) pada Jalan Raya Basuki Rachmat – Jalan Raya Balombangendo**

Diketahui : A = 51 kejadian kecelakaan  
 T = 5 tahun  
 V = 2387 smp/jam

Ditanyakan : Rsp ?

Penyelesaian :

$$Rsp = \frac{A \times 1.000.000}{365 \times T \times V}$$

$$Rsp = \frac{51 \times 1.000.000}{365 \times 5 \times 2387}$$

$$Rsp = \frac{51.000.000}{4.356.275}$$

$$Rsp = 11,7072$$

### Analisa Titik Rawan Kecelakaan (*Blackspot*)

Dalam analisa dengan metode frekuensi dilakukan identifikasi titik rawan berdasarkan jumlah kecelakaan per 500 kilometer dengan data laka selama 5 tahun. Suatu segmen diidentifikasi sebagai titik rawan apabila terjadi kecelakaan dalam jumlah melebihi nilai kritis yang telah ditetapkan, yaitu 10 kejadiankecelakaan.

**Tabel 1.** Hasil Penentuan Titik Rawan Kecelakaan (*Blackspot*)

STA	2008		2009		2010		2011		2012		JML	KET
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
0-500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
500-1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1000-1500	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
1500-2000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
2000-2500	0	0	1	1	4	0	1	1	2	1	11	Blackspot
2500-3000	1	0	1	1	2	1	2	2	1	1	12	Blackspot
3000-3500	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
3500-4000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
4000-4500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
4500-5000	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	5	
5000-5500	1	2	1	0	0	1	2	0	0	2	9	
5500-6000	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	6	

Sumber: HasilPerhitungan

### Analisa Daerah Rawan Kecelakaan

Analisis ini digunakan jumlah kecelakaan per satu kilometer dengan nilai lebih dari 5 kejadian kecelakaan. Hasil perhitungan Penentuan Daerah Rawan Kecelakaan dapat dilihat pada tabel di bawahini.

**Tabel 2.** Hasil Penentuan Daerah Rawan Kecelakaan

STA	2008		2009		2010		2011		2012		JUMLAH	KET
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
0-500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
500-1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1000-1500	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
Jumlah	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	
1500-2000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
2000-2500	0	0	1	1	4	0	1	1	2	1	Blackspot	Blackside
2500-3000	1	0	1	1	2	1	2	2	1	1	Blackspot	
Jumlah	1	0	2	2	6	1	4	3	3	2	24	
3000-3500	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
3500-4000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
4000-4500	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
Jumlah	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	4	
4500-5000	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1		
5000-5500	1	2	1	0	0	1	2	0	0	2		Blackside
5500-6000	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1		
Jumlah	2	3	2	0	0	2	2	1	4	4	20	

Sumber: HasilPerhitungan

### Analisis Unjuk Kerja Ruas Kajian

Untuk melengkapi kajian ini perlu dilakukan pendekatan analisis unjuk kerja ruas yang terindikasi *blackspot*, dengan pendekatan analisis dengan indikator-indikator pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), sebagai berikut :

### Kecepatan Arus Lalu Lintas

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum sebagai berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC} \quad (1)$$

dimana:

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV<sub>0</sub> : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada jalan dan alinyemen yang diamati

FV<sub>w</sub> : Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FFV<sub>SF</sub> : Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

FFV<sub>RC</sub> : Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

Dari hasil survei didapat data sebagai berikut:

FV<sub>0</sub> : 67 km/jam

FV<sub>w</sub> : -3

FFV<sub>SF</sub> : 1,00

FFV<sub>RC</sub> : 0,99

Maka FV dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} FV &= (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC} \\ &= (67 - 3) \times 1,00 \times 0,99 \\ &= 64 \times 0,99 \\ &= 63,36 \end{aligned}$$

Jadi kecepatan arus bebas yang dimiliki adalah  $63,36 \approx 63$  km/jam

### Degrees of Saturation (DS)

Degrees of Saturation (DS) dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2)$$

dimana:

DS : Derajat Kejenuhan

Q : Arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (smp/jam)

C : Kapasitas dasar (smp/jam)

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2387}{6800} \\ &= 0,351 \end{aligned}$$

### Kecepatan Aktual

Persamaan empiris yang dikembangkan MKJI

untuk memperkirakan kecepatan di ruas jalan adalah sebagai berikut :

$$V = FV - 0,5 FV (1 - VCR)^{0,5} \quad (3)$$

Keterangan :

V : Kecepatan actual pada VCR tertentu (km/jam).

FV : Kecepatan arus bebas (km/jam).

VCR : Rasio Volume Kapasitas

Dari hasil perhitungan sebelumnya data yang diperoleh adalah Fv sebesar 60 dengan VCR sebesar 0,351

$$\begin{aligned} V &= FV - 0,5 FV (1 - VCR)^{0,5} \\ &= 63 - 0,5 [ 63 (1 - 0,351)]^{0,5} \\ &= 63 - 0,5 ( 63 \times 0,649)^{0,5} \\ &= 63 - (0,5 \times 6,39) \\ &= 63 - 3,19 \\ &= 59,80 \end{aligned}$$

Jadi kecepatan actual yang diperoleh adalah  $59,80 \approx 60$  km/jam

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan *Accident Rate* (AR) sepanjang ruas jalan Basuki Rachmat – Jalan Raya Balongbendo didapatkan nilai AR sebesar 201,155496 JPKP. Dengan nilai RSP 11,7072.
2. Titik *Black Spot* berada di Km 2000 – 2500 dan 2500 – 3000 yang berada di ruas Jalan Kemangsen dan *Black Side* berada di Km 1500-3000 dan 4500 – 6000 yang berada di ruas jalan Kemagen dan Jalan Raya Balongbendo. Jumlah volume lalu lintas pada ruas

studi adalah 2387 smp/jam. Kecepatan arus bebas di lapangan adalah  $63,36 \approx 63$  km/jam dan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,351 termasuk memiliki tingkat pelayanan kategori A. Jadi kecepatan aktual yang dimiliki adalah sebesar  $59,80 \approx 60$  km/jam.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Munawar, Ahmad. (2009) *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Santoso, T., 2007, *Analisa Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus Jalan Tol Jatingaleh-Sronol Semarang)*, (Online), (<http://www.google.com>, diakses 4 Januari 2012).
- Tamin, O. Z., 2008, *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi*. Bandung : ITB
- Warpani, Suwardjoko. (2002) *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Penerbit ITB, Bandung

## PERANCANGAN SMART SEATBELT SEBAGAI PERANGKAT PASSIVE SAFETY PADA KENDARAAN ANGKUTAN BARANG

**Sigit Setijo Budi**  
Jurusan Teknik Keselamatan  
Otomotif  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jl. Semeru No. 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
[sets.189@gmail.com](mailto:sets.189@gmail.com)

**M. Beny Dwifa**  
Jurusan Teknik Keselamatan  
Otomotif  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jl. Semeru No. 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
[dwishastra.bhakti@gmail.com](mailto:dwishastra.bhakti@gmail.com)

**Agus Makhrojan**  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Harapan Bersama  
Tegal  
Jl. Dewi Sartika no 71 Tegal  
Telp. (0283) 352000  
[makhrojanagus@yahoo.co.id](mailto:makhrojanagus@yahoo.co.id)

### Abstract

Seatbelt is a passive safety equipment that has become mandatory equipment in a motor vehicle in accordance with the mandate of the law. Seatbelt main function is to protect the driver and passenger from impact in the event of an accident. However, there is still reluctance from the driver to use this device. This study aims to overcome the reluctance of the driver in use seatbelt when driving. The research process is done by making smart seatbelt to be activated if the driver does not use a seatbelt. The results of this study are a smart seatbelt control system on the vehicle so that the system does not turn on when the seatbelt is not used used.

**Keywords:** *seatbelt, driver, motor vehicle*

### Abstrak

*Seatbelt* merupakan perlengkapan *passive safety* yang sudah menjadi perlengkapan wajib pada kendaraan bermotor sesuai dengan amanat undang-undang. Fungsi utama *seatbelt* adalah melindungi pengemudi dan penumpang dari benturan ketika terjadi kecelakaan. Akan tetapi masih ada keengganan dari pengemudi untuk menggunakan perangkat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi adanya keengganan pengemudi dalam menggunakan *seatbelt* saat berkendara. Proses penelitian dilakukan dengan membuat *smart seatbelt* yang akan aktif jika pengemudi tidak menggunakan *seatbelt*. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *smart seatbelt system* yang mengontrol sistem pada kendaraan agar tidak dapat menyala ketika *seatbelt* tidak digunakan digunakan.

**Kata kunci:** *seatbelt, pengemudi, kendaraan bermotor*

## PENDAHULUAN

*Seatbelt* sebagai salah satu perlengkapan pada kendaraan bermotor berfungsi sebagai *passive safety* yang melindungi pengemudi dan penumpang dari benturan dengan benda/interior di kabin ketika terjadi kecelakaan. Berbagai penelitian tentang *seatbelt* sebagai perangkat pelindung diri pada saat terjadi kecelakaan, salah satunya yang dilakukan Berlian Kushari (2012) pada penelitian Pengaruh Penggunaan Sabuk Pengaman pada Pengemudi dalam Kasus Tabrakan frontal, dengan kasus tabrakan tunggal menyatakan bahwa penggunaan *seatbelt* membuat badan pengemudi dapat tertahan pada kursinya dan dapat bergerak sebagai satu kesatuan bersamaan dengan gerak kendaraan dan *seatbelt* juga mampu mereduksi akselerasi yang dialami tubuh saat tabrakan dan merupakan alat pelindung penting bagi pengemudi dari cedera fatal.

Undang-Undang nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 106 ayat 6, "Setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor beroda empat atau lebih di Jalan dan penumpang yang duduk di sampingnya wajib mengenakan sabuk keselamatan". Pada PP no.55 tahun 2012 dalam pasal 43 menyebutkan bahwa *seatbelt* merupakan

persyaratan teknis kendaraan bermotor selain roda dua sebagai mana dimaksud dalam pasal 6 ayat (2) huruf b, pasal 46 ayat (1 dan 2) mengatur tentang jumlah minimum, tempat dan persyaratan *seatbelt* pada kendaraan. Penelitian yang dilakukan di Amerika Serikat menunjukkan bahwa 7 (tujuh) dari 20 (dua puluh) pengemudi angkutan umum melepaskan sabuk pengamannya ketika kecepatan kendaraan melebihi 25 mph (Hilton, 2012).

Studi ini dimaksudkan untuk mendesain perangkat tambahan pada *seatbelt* yang bertujuan sebagai alat pengingat pengemudi dan terkoneksi dengan sistem yang ada pada kendaraan tanpa mengubah konstruksi dari *seatbelt* tersebut. Pembuatan perangkat tambahan inilah yang diangkat dalam penelitian kali ini.

Pada perangkat *smart seatbelt* terdapat beberapa komponen elektronika yang digunakan, antara lain resistor, transistor, fuel cut off solenoid, dan integrated circuit (IC).

### **Resistor**

Merupakan salah satu perangkat komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengannya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm.

### **Transistor**

Transistor adalah komponen elektronika multitermal, biasanya memiliki 3 terminal. Secara harfiah, kata "Transistor" berarti Transfer resistor, yaitu suatu komponen yang nilai resistansi antara terminalnya dapat diatur. Sebuah transistor beroperasi seperti halnya switch elektronik dan transistor merupakan perangkat elektronik yang paling banyak diaplikasikan dalam dunia otomotif yang disebut dengan transistor bipolar. Secara umum transistor terbagi dalam 3 jenis:

1. Transistor Bipolar;
2. Transistor Unipolar;
3. Transistor Unijunction.

Transistor bipolar bekerja dengan 2 macam carrier, sedangkan unipolar satu macam saja, hole atau elektron.

### **Fuel cutt ofsolenoid**

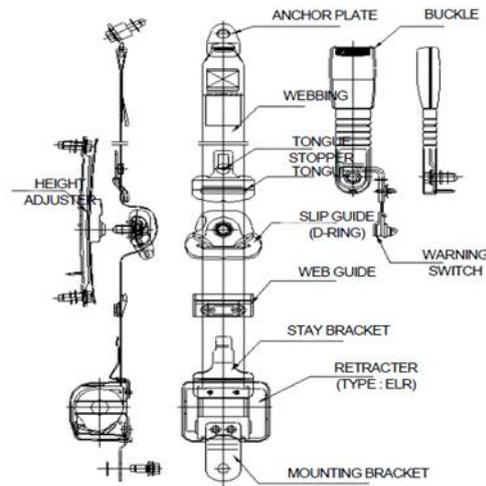
Adalah katup elektromagnetik yang dioperasikan untuk memotong aliran bahan bakar ke mesin. *Fuel cut off solenoid* bekerja ketika solenoid dialiri energi. Ketika plunyer bergerak akan memendekkan pegas katup dan bahan bakar melewati katup tersebut. Ketika solenoid tidak diaktifkan katup akan menutup dan aliran bahan bakar secara otomatis akan terputus.

### **Integrated circuit (IC)**

Merupakan suatu media yang berisi berbagai macam komponen elektronika diantaranya resistor, diode, dan transistor. Komponen-komponen tersebut terintegrasi dan saling terhubung sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi-fungsi tertentu. IC umumnya berwarna hitam dan memiliki banyak kaki. Berdasarkan sinyal yang ditanganinya, IC dibedakan menjadi tiga macam:

1. IC analog;
2. IC digital;
3. IC mix, atau campuran.

## Komponen *seatbelt* secara umum



Gambar 1. Konstruksi *seatbelt* secara umum

1. *Anchor Plate*, komponen yang dipasang di bodi mobil. Bagian ujung keluar sabuk retractor dipasang ke bodi;
2. *Buckle*, konektor yang bisa dilepas dengan cepat untuk mengencangkan si pemakai *seatbelt*;
3. *Height Adjuster*, dikarenakan tinggi orang berbeda beda, maka *seatbelt* harus bisa disetel menyesuaikan postur pemakainya agar lebih aman dan nyaman, berperan dalam menyesuaikan posisi adalah slip guide ke atas dan ke bawah;
4. *Mounting Bracket*, komponen yang dipasang dibagian bawah *retractor*;
5. *Retractor*, alat yang dipasang untuk menggulung sabuk pengaman;
6. *Slip Guide (D-Ring)*, komponen untuk mengubah arah sabuk pengaman;
7. *Stay Bracket*, suatu komponen yang dipasang dibagian atas *retractor* untuk menempatkan posisi retractor di bodi kendaraan, mudah dipasang dan anti guncangan;
8. *Tongue*, komponen yang dipasang pada *buckle*;
9. *Tongue Stopper*, alat untuk menopang tongue agar posisi *seatbelt* benar;
10. *Warning Switch*, alat untuk memberitahukan kepada pengemudi apabila *seatbelt* tidak terpasang;
11. *Webbing*, Sabuk yang terbuat dari bahan polyester;
12. *Web Guide*, suatu peralatan induksi agar sabuk dapat bekerja dengan normal ketika ditarik dan dikendurkan.

## METODOLOGI

Piranti keselamatan pada kendaraan terbagi menjadi 2 (dua) macam, yaitu *passive safety* dan *active safety*. *Seatbelt* yang dibahas pada penelitian ini termasuk dalam piranti keselamatan *passive safety*.

### Studi Sederhana

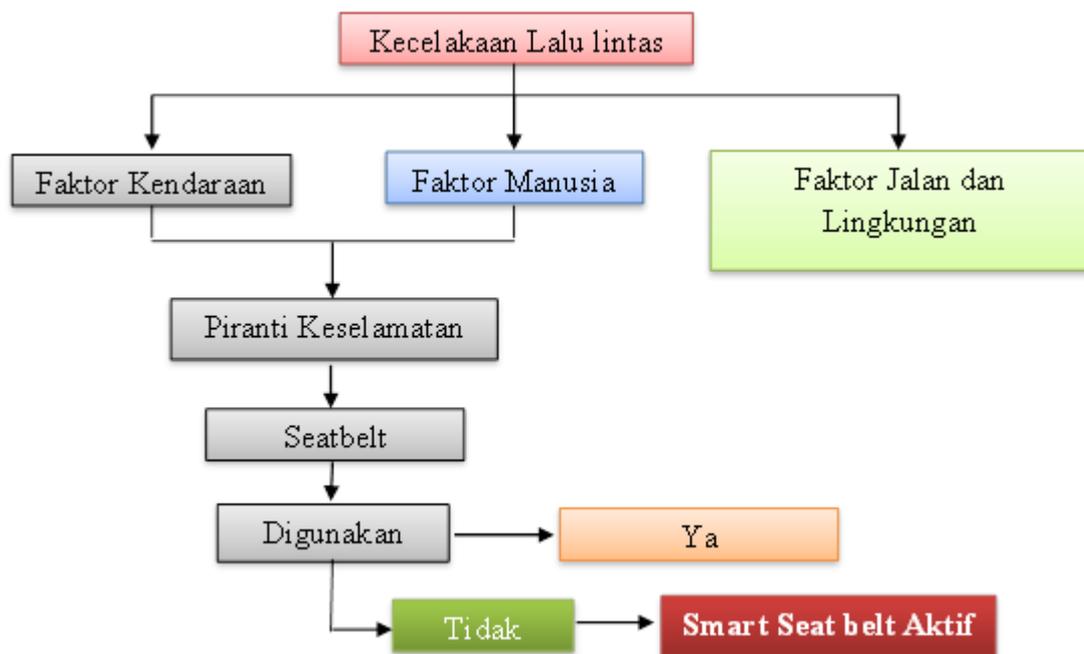
Objek penelitian adalah membuat perangkat keselamatan yang berupa *smart seatbelt* pada kendaraan angkutan barang.

Bahan yang digunakan adalah satu set sabuk keselamatan, *switchBuckle*, *buzzer*, *driverseat detector*, *timer unit*, RPM sensor, *seatbelt sensor*, dan *emergency lamp*. *Smartseatbelt* ini

dibuat sesederhana mungkin, tanpa mengubah konstruksi *seatbelt*, dan tidak mengubah sistem kelistrikan yang ada pada kendaraan. Sistem pada *smart seatbelt* hanya merupakan sistem tambahan yang tidak mengganggu kinerja sistem kendaraan yang berakibat pada kerusakan sistem asli pada kendaraan. Sistem *cut off engine* hanya berfungsi setelah pengemudi mengabaikan suara peringatan dan lampu peringatan yang bekerja berdasarkan timer yang diprogramkan. Timer akan berkerja mematikan kendaraan dalam rentang waktu 3 (tiga) menit mulai dari pengemudi melepaskan *seatbelt* saat kendaraan melaju. Untuk menjaga keamanan dan keselamatan penumpang lain, lampu rem dan hazard yang merupakan lampu peringatan tanda bahaya akan menyala secara otomatis. Secara tidak langsung lampu ini akan memberikan peringatan kepada pengemudi lain bahwa kondisi kendaraan yang berada didepannya akan berhenti.

### Tahapan Perancangan

Berikut ini tahapan desain perancangan *smart seatbelt*.

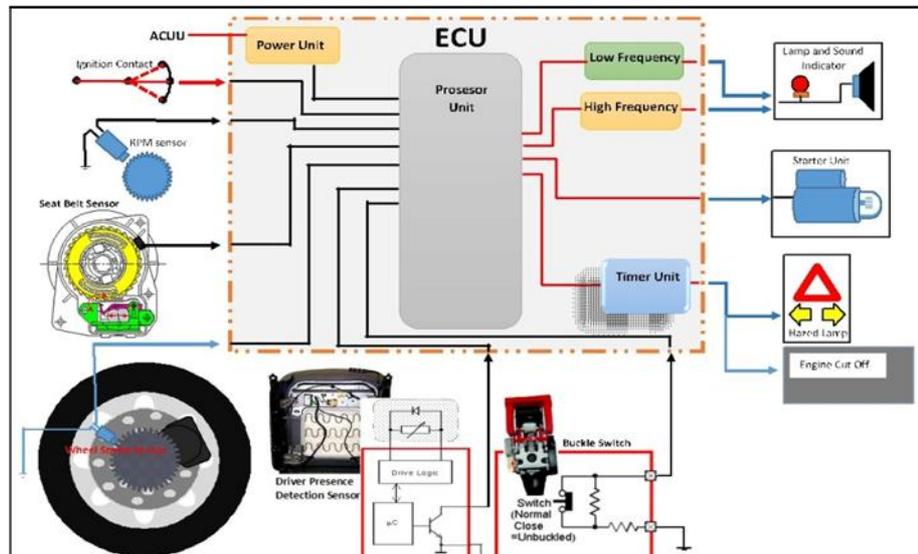


Gambar 2. Tahapan Perencanaan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain smart seatbelt

*Smart seatbelt* dibuat dengan desain sederhana tanpa mengubah sistem pada kendaraan dan konstruksi *seatbelt* sendiri. Aplikasi *smart seatbelt* digunakan pada mobil angkutan barang (truk diesel) yang memiliki sistem kelistrikan 24 volt.



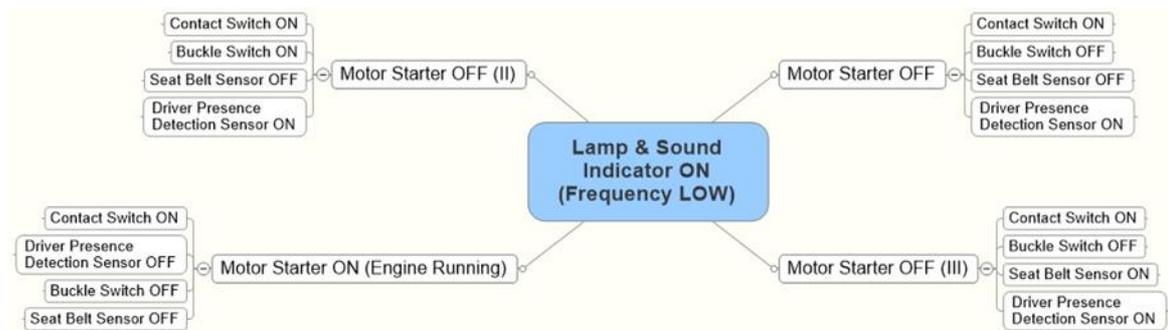
Gambar 3. Rangkaian diagram *smartseatbelt*

Gambar 3 merupakan rangkaian *smart seatbelt* secara keseluruhan jika dihubungkan dengan rangkaian kelistrikan yang ada pada kendaraan dan konstruksi *seatbelt*. Pada konstruksi ini dibedakan menjadi beberapa kelompok komponen yaitu sensor unit, prosesor unit dan aktuator unit. Sesuai dengan gambar yang tergolong dalam sensor unit adalah *driver presence detection sensor*, *buckle switch*, *seatbelt sensor*, RPM (*engine running*) sensor, dan *wheel speed sensor*. Masing-masing sensor berfungsi memantau dan melaporkan kondisi dari masing-masing keadaan yaitu:

1. Driver Presence Detection Sensor  
Sensor pendeteksi ini berfungsi memantau dan melaporkan apakah ada pengemudi pada kendaraan. Prinsip kerja yang dipergunakan pada sensor ini adalah memanfaatkan berat pengemudi untuk mengaktifkan atau memutuskan *switch* yang dirancang pada jok pengemudi.
2. Buckle Switch  
*Switch* ini berfungsi melaporkan apakah *seatbelt* sudah terpasang pada unit *buckle* dengan benar.
3. Seatbelt Sensor  
Sensor ini mendeteksi apakah pengemudi telah menggunakan *seatbelt* atau hanya memasang *seatbelt* pada unit *buckle* tanpa melindungi tubuhnya dengan *seatbelt*. Sensor ini akan melaporkan apakah pengemudi telah menggunakan *seatbelt* dengan benar atau tidak.
4. RPM (Engine Running) Sensor  
Sensor ini berfungsi mendeteksi apakah *engine* dari kendaraan dalam kondisi hidup atau tidak. Fungsinya adalah terkait dengan pengamanan atau *feed back* ke prosesor unit bahwa sistem telah bekerja dengan baik
5. Wheel Speed Sensor  
Sensor ini berfungsi mendeteksi apakah kendaraan dalam kondisi berjalan atau tidak. Kinerja sensor ini sangat terkait dengan peringatan yang diberikan kepada pengemudi terutama saat mesin telah ON pengemudi melepaskan *seatbelt* maka indikator peringatan akan menyala untuk memberikan peringatan kepada pengemudi bahwa segera pasang kembali *seatbelt* untuk mengembalikan pada kondisi yang aman.

Prosesor unit adalah otak dari komponen ini yang berfungsi memproses laporan yang di berikan oleh sensor yang ada guna diproses dan memerintahkan aktuator untuk bekerja, baik memberikan peringatan atau mengaktifkan *engine cut off*. Pada prosesor ini terdapat timer yang bekerja untuk mengeksekusi mesin dan memberikan jeda waktu pengemudi mengembalikan pada kondisi yang aman. Timer ini akan mulai bekerja saat pengemudi melepaskan *seatbelt* terutama pada saat kondisi mobil melaju atau bergerak. Selain itu pada kondisi seperti ini akan ada peringatan suara dengan frekuensi yang keras dan lampu dengan frekuensi kedipan yang cepat, sehingga membuat pengendara menjadi tidak nyaman. Untuk keamanan maka lampu rem dan hazard secara otomatis dinyalakan untuk memberitahukan pada pengendara lain bahwa kondisi kendaraan tersebut dalam kondisi yang kurang baik atau tidak aman.

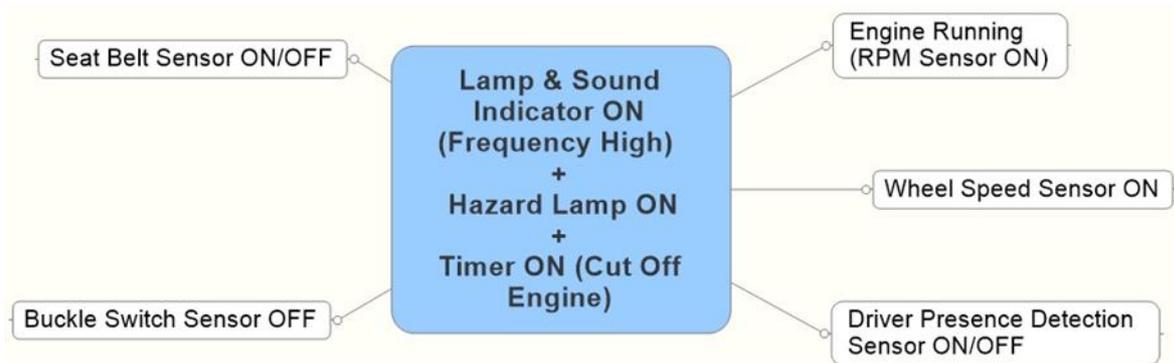
Kondisi lain yang terjadi sebelum kendaraan dihidupkan adalah *engine starter* tidak dapat dilakukan apabila sensor *seatbelt* dan *buckle switch* dalam kondisi OFF dengan kondisi pengemudi duduk, namun saat pengemudi tidak duduk *engine starter* dapat dilakukan dengan normal. Tetap saat kondisi ini tetap dilengkapi dengan lampu dan suara peringatan. Perbedaannya hanya frekuensi suara dan kedipan lampu lambat.



**Gambar 4.** Diagram kerja *smart seatbelt*

### Cara Kerja

Saat pengemudi hanya duduk di kursi kemudi tanpa menggunakan *seatbelt*, maka kendaraan tidak akan bisa di starter (*running*). Pada saat yang bersamaan akan ada suara peringatan dan lampu indikator *seatbelt* dengan frekuensi kedipan (*blink*) atau suara yang pelan. Mobil (*engine*) masih bisa di starter apabila pengemudi tidak duduk di kursi kemudi. Tujuannya adalah pada saat kendaraan diservis, perangkat *smart seatbelt* tidak mengganggu. Pada kondisi seperti ini lampu peringatan dan suara tetap berbunyi dengan frekuensi yang pelan. Kendaraan akan normal saat pengemudi duduk di kursi kemudi dan menggunakan *seatbelt*.



**Gambar 5.** Diagram ketika *engine* dinyalakan dan *seatbelt* tidak dipakai

Maka engine akan hidup normal tanpa ada kebisingan suara dan lampu indikator dari *seatbelt*. Kondisi berikutnya yaitu lampu indikator dan suara peringatan berbunyi keras, jika pengemudi melepaskan *seatbelt* terutama pada saat kendaraan sedang melaju. Selain bunyi yang keras pada kondisi ini lampu hazard akan secara otomatis menyala dan mengaktifkan *timer engine cut off*. Jika kondisi seperti ini dibiarkan dalam 3 menit, maka *engine cut off* akan bekerja mematikan kendaraan secara paksa. Namun mengingat aspek keselamatan maka kendaraan sebelum mati akan di perlambat dan tidak akan bisa melaju cepat

## KESIMPULAN

Fungsi *seatbelt* adalah sebagai alat keselamatan yang menahan tubuh penggunanya untuk tetap ditempat ketika terjadi kecelakaan sehingga tubuh tidak terbentur dengan objek yang ada didalam kabin kendaraan. Pada kenyataannya pengemudi kendaraan angkutan barang masih belum sadar fungsi dan kegunaannya. *Smart seatbelt* dirancang sebagai alat kontrol agar pengemudi lebih patuh dalam menggunakan *seatbelt* yang tersedia di kendaraan. Desain *smart seatbelt* dirancang dengan sistem yang sederhana dan tidak mengubah sistem yang telah ada pada kendaraan serta tidak mengubah konstruksi dari *seatbelt*. *Smart seatbelt* secara prinsip akan mengingatkan pengemudi berupa *warning lamp and sound* yang akan aktif jika pengemudi tidak mengenakan *seatbelt* sebagaimana mestinya. Pada saat kendaraan akan distarter, pengemudi harus menggunakan *seatbelt*, jika tidak maka kendaraan tidak dapat distarter, akan tetapi jika pengemudi tidak duduk dan mesin distarter lampu dan alarm akan berbunyi dengan frekuensi pelan. Saat kendaraan berjalan jika pengemudi melepaskan *seatbelt* secara otomatis lampu dan alarm peringatan akan berbunyi dan jika tidak dikenakan selama tiga menit kendaraan akan melambat dan mesin akan mati

## DAFTAR PUSTAKA

- Hyundai Motor.2003. *Supplemental Restrain System* Technical Service Training Center. Copyright by Hyundai Motors Corp, Korea.
- Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009, Tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 tahun 2012, Tentang Kendaraan.
- Kushari B. Aniwattakulchai P. 2012. *Pengaruh Penggunaan Sabuk Pengaman Pada Pengemudi Dalam Kasus Tabrakan Frontal*, Jurnal Transportasi Vol. 12 No. 2 Agustus 2012: 133-142.
- Hatch, Steve V. 2012. *Computerized Engine Controls*, Delmar Cengage Learning, Clifton Park, NY, USA.
- Thamzil, M. 2013. *Kajian Desain Teknis Safety Belt dalam Upaya Meningkatkan Kepatuhan Penggunaan Safety Belt Pada Angkutan Umum*, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
- Hilton, Brian W. 2012. *The Effect of Innovative Technology on Seatbelt Use*, Tesis. Western Michigan University. USA.

## MOTORCYCLE RIDER BEHAVIOUR OF TARUMANAGARA UNIVERSITY LECTURER AND EMPLOYEE

**Leksmono Suryo Putranto**  
Professor in Traffic Engineering  
Civil Engineering Department  
Tarumanagara University  
Jl. Let.Jen. S. Parman No.1  
Jakarta 11440  
Telp: (0221) 5638353  
[lexy\\_putranto@yahoo.co.id](mailto:lexy_putranto@yahoo.co.id)

**Ni LuhPutuShintaEkaSetyarini**  
Lecturer  
Civil Engineering Department  
Tarumanagara University  
Jl. Let.Jen. S. Parman No.1  
Jakarta 11440  
Telp: (0221) 5638353  
[shintarachmat@yahoo.com](mailto:shintarachmat@yahoo.com)

**Rostiana**  
Senior Lecturer  
Faculty of Psychology  
Tarumanagara University  
Jl. Let.Jen. S. Parman No.1  
Jakarta 11440  
Telp: (0221) 56961588  
[dutaindah03@yahoo.com](mailto:dutaindah03@yahoo.com)

**Rudy Bunawan**  
Undergraduate Student  
Civil Engineering Department  
Tarumanagara University  
Jl. Let.Jen. S. Parman No.1  
Jakarta 11440  
Telp: (0221) 5638353  
[rud\\_b7@yahoo.com](mailto:rud_b7@yahoo.com)

### Abstract

In Indonesian cities, usually a car owner also own a motorcycle to avoid congestion. This cause many problem such as unskilled rider, traffic violation, aggressive behaviour etc. Instruments to assess motorcycle rider behaviour were developed in England, Iran, Turkey, China and Australia. Putranto and Anjaya (2014) propose Indonesian Motorcycle Rider Behaviour Questionnaire (MRBQ) as MRBQ was prove to be sensitive to local culture and social system. This paper is further development of Indonesian MRBQ. Previously the instrument was prepared without strong theoretical basis. In this present paper the instrument was adjustment of Persian MRBQ. After an FGD with experts in motorcycle rider behaviour only 42 items from 48 items in Persian MRBQ were used in in this study. All valid and reliable items were analysed to compare whether there are different behaviour between different gender, age, wealth level, job, ethnicity, etc. Respondents were lecturers and employees of Tarumanagara University.

**Keywords:** *Motorcycle Rider Behaviour Questionnaire, Indonesian, different behaviour*

### Abstrak

Pemilik mobil di pekotaan Indonesia biasanya juga memiliki sepeda motor untuk menghindari kemacetan. Hal ini menimbulkan banyak masalah seperti pengendara motor yang tidak terampil, pelanggaran aturan lalu lintas, perilaku agresif dll. Instrumen untuk mengukur perilaku pengemudi sepeda motor telah dikembangkan di Inggris, Iran, Turki, Tiongkok dan Australia. Putranto dan Anjaya (2014) mengembangkan pada tahap awal Kuesioner Perilaku Pengendara Sepeda Motor Indonesia mengingat instrumen ini terbukti dipengaruhi budaya dan sistem sosial lokal. Makalah ini merupakan pengembangan lanjutan instrumen tersebut. Jika sebelumnya instrumen disusun tanpa dasar teori yang kuat, makalah ini disusun berdasarkan penyesuaian atas instrumen sejenis dari Iran. Setelah FGD dengan para pakar di bidang perilaku pengendara sepeda motor hanya 38 dari 48 butir pertanyaan yang ada di instrumen sejenis dari Iran yang digunakan. Seluruh butir yang valid dan reliabel dianalisis untuk membandingkan kemungkinan perbedaan perilaku akibat perbedaan jenis kelamin, umur, kesejahteraan, pekerjaan, etnisitas, dll. Responden adalah dosen dan karyawan Universitas Tarumanagara.

**Kata Kunci:** *Kuesioner Perilaku Pengendara Sepeda Motor, Indonesia, perbedaan perilaku*

## **INTRODUCTION**

In Indonesian cities, it is common that a car owner also own a motorcycle to avoid congestion. The problem become more complicated than only large number of motorcycle in the general traffic but trigger other problems related to motorcycle rider behaviour such as unskilled rider, traffic violation, aggressive behaviour, etc. Driver behaviour questionnaire has been developed in western countries for a long period as logical consequences for car dominated countries. As such instrument can not directly be used to assess motorcycle rider behaviour, there have been some research in England (Elliott et al, 2007), Iran (Ali et al, 2011 and Motevalian et al 2011), Hong Kong (Cheng et al, 2010), Australia (Sakashita et al, 2014) and Turkey (Ozkan et al, 2012) to develop motorcycle rider behaviour questionnaire (MRBQ).

Very little has been done in Indonesia to develop MRBQ. Putranto and Anjaya (2014) propose Indonesian MRBQ. However, the items in this instrument were developed without robust theoretical basis. It was based on adaptation on underlying theory for development of driver behaviour questionnaire, DBQ (Reason et al, 1990) research on external disturbance (Putranto and Kurniawan, 2013). Elliot et al (2007) stated clearly the distinction between DBQ and MRBQ, i.e. in the context of motorcyclists' behaviour, it could be hypothesised that a type of behaviour relating to control of the vehicle is likely to be more important than it is for car driving. This is because motorcycling is inherently much more demanding than car driving with respect to certain aspects of control skills (Elliot et al, 2007).

Furthermore, MRBQ is sensitive to local culture and social system. Items about protective clothing in England (Elliot et al, 2007) were not relevant in developing countries such as Iran (Motevalian et al, 2011) and Indonesia. In Iran, "carry passengers for money" seems to be illegal (Motevalian e al, 2011), whilst in Indonesia "motorcycle taxi" (called as "ojek" in local term) is a common "public transport" although not formally mentioned in Indonesian transport legislation. Therefore the needs to develop Indonesian MRBQ is justified. The aim of this paper is to develop Indonesian MRBQ with more robust theoretical basis and use the instrument to observe the difference of motorcycle rider behaviour between university lecturer and university employee.

## **LITERATURE REVIEW**

Reason et al (1990) defined violations as deliberate deviations from those practices believed necessary to maintain the safe operation of a potentially hazardous system. Reason et al (1990) defined errors as the failure of planned actions to achieve their intended consequences. Errors were further classified into slips and lapses (the unwitting deviation of action from intention, i.e. the behaviour is not what was intended) versus mistakes (the departure of planned actions from some satisfactory path towards a desired goal, i.e. the intention to behave in a certain way was not appropriate). These definitions were originally stated when DBQ was developed.

Considering the different characteristics of motorcyclist behaviour compare to car driver, in the development of MRBQ in England, Elliotts et al (2007) extracted 43 items into 5 subscales, i.e. traffic errors, speed violations, stunts, control errors and safety equipment. In Persian MRBQ (Motevalian et al, 2011) the first four subscales were the same with English MRBQ, i.e. traffic errors, speed violations, stunts and control errors but safety equipment was not included as protective clothings were not common in Iran. Instead, in

Persian MRBQ 2 other subscales added, i.e. safety violations and traffic violations. In Australian MRBQ (Sakashita et al, 2014), there were 4 subscales, i.e. errors (no distinction between traffic and control errors), speed violations, stunts and protective gear (similar with safety equipment).

Instead of developing Chinese MRBQ, Cheng et al (2010) developed CMRDV (Chinese Motorcycle Rider Driving Violation) items. It only consists of two subscales, i.e. aggressive violations and ordinary violations.

## **METHODOLOGY**

The 48 items in Persian MRBQ (Motevalian et al, 2011) was discussed in a focus group discussion involving experts in motorcycle rider behaviour. After deleting some irrelevant Persian items and adding some Indonesian specific items only 42 items were in the instrument. These items were reflection of indicators from the following subscales, i.e. traffic errors, control errors, speed violations, traffic violations, safety violations, and stunts. The items of each subscale were summarized in Table 1. Likert scales were used in the questionnaire. Respondents were asked to rate whether they (1) never, (2) seldom, (3) sometimes, (4) often or (5) always carry out each statement in questionnaires items during their daily motorcycle ride.

In the pilot survey to test the validity and reliability of the questionnaires, there were 10 male respondents and 5 female respondents. Validity was measured by calculating product moment correlation between item score and total item score in a subscale. A significant level of 0.05 was used. Reliability analysis was conducted using Cronbach Alpha value. To be reliable, the value should be at least 0.6. All five items in safety violations subscale were not reliable. Some items in various subscales were not valid. After deleting non-valid and non reliable questions, the final questionnaires with remaining 33 items were then distributed to 100 male respondents and 50 female respondents of Tarumanagara University lecturers and employees who ride motorcycle daily. However it seems that this does not reflect true gender proportion of the rider. The final 119 return questionnaires consists of 110 males (97 employees and 13 lecturers) and 9 females (5 employees and 4 lecturers).

When the responses from 119 respondents were analyzed, all five items in control errors were not reliable and removed from the dataset in further analysis. Each subscale then represented by the mean value of items within the subscale. The mean of this composite subscale scores were compared between pairs of groups of respondents based on:

**Table 1** Items of Each Subscale of Indonesian Motorcycle Rider Behaviour

Subscales	Items
Traffic Errors	Fail to notice that pedestrians are crossing when turning into a side street Not notice someone stepping out from behind a parked vehicle Pull out on to a main road in front of a vehicle that you had not noticed Fail to notice or anticipate that another vehicle might pull out in front of you Queuing to turn left on a main road, you nearly hit the vehicle in front Realise that vehicle in front has slowed and have to brake hard to avoid collision Attempt to overtake someone that you had not noticed to be signalling a left turn Find it difficult to stop in time when a traffic light has turned against you Ride so close to vehicle in front that it would be difficult to stop in an emergency Run wide when going round a corner
Control Errors	Find that you have difficulty controlling the bike when riding at speed Skid on a wet road or manhole cover Driver deliberately annoys you or puts you at risk Carry a large carriage with motorcycle Delay in noticing to in front car when opening door suddenly
Speed Violations	Ride so fast into a corner that you feel like you might lose control Exceed the speed limit on a country/rural road Disregard the speed limit late at night or in the early hours of the morning Exceed the speed limit on a motorway Exceed the speed limit on a residential road Race away from traffic lights with intention of beating the driver/rider next to you Ride between two lanes of fast moving traffic Get involved in unofficial 'races' with other riders or drivers Ride so fast into a corner that you scare yourself
Traffic Violations	Cross junction when traffic light is red Riding in opposite direction of road way Riding in sidewalk Call with mobile phone while riding Smoking while riding
Safety Violations	Ride when taking drugs or medications which might have effects on your riding Using helmet without chin straps or not fastening it Carry more than one passenger with your motorcycle Riding with an impaired motorcycle Riding without helmet Carry a passenger who have not worn helmet
Stunts	Attempt to do, or actually do, a wheelie Intentionally do a wheel spin Crashed with a parked vehicle, make damage to it, but escape from crash scene

1. Monthly expenditure ( $\geq 3$  million IDR or  $< 3$  million IDR) as a proxy of wealth level
2. Gender
3. Marital status (married or not married)
4. Job (lecturer or employee)
5. Age (40-60 years old representing middle adulthood or 18-39 years old representing young adulthood in Erikson's stages of development)
6. Home town region as a proxy of ethnicity (Greater Jakarta or Other)
7. Residential location (Jakarta or Bodetabek)

8. Residential status (with parents or other)

Means of four composite subscales (speed violations, traffic errors, traffic violations and stunts) were compared between groups. A 0.05 significant level was used. IBM SPSS Statistics 22 was used to help analysis.

## RESULTS

Tables 2 through 9 summarized the results of mean difference analysis. In general the respondents were low risk rider. Most of mean composite scores were between 1 and 2, meaning that most of them either never or seldom carry out risky behaviour during their daily motorcycle ride (suggesting that most of the respondents were low risk rider).

Almost all mean difference analysis were not significant at 0.05 significant level. The only significant difference was in mean composite scores of speed violation between respondents within middle adulthood group (40-60 years old) and within young adulthood group (18-39 years old). Mean composite scores of speed violation within the middle adulthood group was 1.397 whilst mean composite scores of speed violation within the young adulthood group was 1.707 with mean difference of 0.310 and significant level of 0.016. This finding imply that respondents in older age group tend to carry out speed related violations less frequent compare to the younger age group. This finding confirm the study of Ozkan et al (2012).

**Table 2** Subscales Composite Scores from Different Monthly Expenditure Group Mean Difference

Monthly Expenditure	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
≥3 Million IDR	55	1.926	1.515	1.713	1.170
< 3 Million IDR	64	1.9956	1.441	1.550	1.047
Mean Difference		-0.070	0.074	0.163	0.063
Significant Level		0.549	0.424	0.104	0.057
Significant? (Yes/No)		No	No	No	No

**Table 3** Subscales Composite Scores from Different Gender Group Mean Difference

Monthly Expenditure	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Female	9	1.733	1.422	1.533	1.000
Male	110	1.982	1.479	1.633	1.112
Mean Difference		0.248	-0.057	-0.994	-1.112
Significant Level		0.257	0.745	0.590	0.329
Significant? (Yes/No)		No	No	No	No

**Table 4** Subscales Composite Scores from Different Gender Group Mean Difference

Marital Status	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Married	11	2.173	1.682	1.709	1.152
Single/Widow/Widower	108	1.942	1.454	1.617	1.099

Marital Status	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Mean Difference		0.231	0.228	0.092	0.053
Significant Level		0.249	0.151	0.583	0.615
Significant? (Yes/No)		N	N	N	N

**Table 5** Subscales Composite Scores from Different Job Group Mean Difference

Job	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Lecturer	17	2.041	1.465	1.506	1.078
Employee	102	1.950	1.477	1.645	1.101
Mean difference		0.092	-0.012	-0.139	-0.029
Significant Level		0.583	0.929	0.317	0.735
Significant? (Yes/No)		N	N	N	N

**Table 6** Subscales Composite Scores from Different Age Group Mean Difference

Age	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
40-60 years old	89	1.969	1.397	1.578	1.075
18-39 years old	30	1.947	1.707	1.767	1.189
Mean Difference		0.022	-0.310	-0.189	-1.114
Significant Level		0.870	0.016	0.090	0.173
Significant? (Yes/No)		N	Y	N	N

**Table 7** Subscales Composite Scores from Different Hometown Region Group Mean Difference

Hometown Region	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Greater Jakarta	48	1.933	1.415	1.663	1.125
Others	71	1.983	1.516	1.600	1.089
Mean Difference		-0.050	-0.101	0.063	0.036
Significant Level		0.675	0.282	0.529	0.564
Significant? (Yes/No)		N	N	N	N

**Table 8** Subscales Composite Scores from Different Residential Location Group Mean Difference

Residential Location	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Bodetabek	55	1.971	1.456	1.644	1.079
Jakarta	64	1.956	1.491	1.609	1.125
Mean Difference		0.015	-0.034	0.034	-0.046
Significant Level		0.900	0.711	0.726	0.448
Significant? (Yes/No)		No	No	No	No

**Table 9** Subscales Composite Scores from Different Residential Status Group Mean Difference

Residential Location	N	Mean Composite Scores			
		Traffic Errors	Speed Violations	Traffic Violations	Stunts
Own/Rent Home/Room	105	1.946	1.461	1.611	1.083
Parents Home	14	2.093	1.579	1.729	1.262
Mean Difference		-0.147	-1.118	-0.117	-0.179
Significant Level		0.414	0.411	0.439	0.300
Significant? (Yes/No)		N	N	N	

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In general the respondents were low risk rider. However for further development of Indonesian MRBQ, it is recommended that the instrument consist of balance combination of favourable and unfavourable items to avoid social desirability bias, i.e.the tendency of respondents to answer questions in a manner that will be viewed favorably by others. Another finding was that older age group tend to carry out speed related violations less frequent compare to the younger age group.

## REFERENCES

- Ali, M, Saeed, M.M.S., Ali, M.M., Haidar, N. (2011). Determinants of helmet use behaviour among employed motorcycle riders in Yazd, Iran based in theory of planned behaviour. *Injury* 42. 864-869.
- Cheng, A.S., Ng, T.C. (2010). Development of a Chinese Motorcycle Rider Driving Violation Questionnaire. *Accident Analysis and Prevention* 42, 1250-1256.
- Elliot, M.A., Bughan, C.J., Sexton, B.F. (2007). Errors and violations in relation to motorcyclists' crash risk. *Accident Analysis and Prevention* 39, 491-499.
- Motevalian, S.A., Asadi-Lari, M., Rahimi, Eftekhar, M. (2011). Validation of Persian Version of Motorcycle Rider Behavior Questionnaires. *55th AAAM Annual Conference Annals of Advances in Automotive Medicine* October 3-5, 2011.
- Ozkan, T., Lajunen, T., Dogruyol, B., Yildirim, Z., Coymak, A (2012). Motorcycle accidents, rider behaviour, and psychological models. *Accident Analysis and Prevention* 49, 124-132.
- Putranto, L.S., Anjaya, I.S. (2014). Initial Developmant of Indonesian Motorcycle Rider Behavioe Questionnaire. *Proceeding of 9th Asia Pacific Conference on Transportation and the Environment*, 6-8 August, 2014. Colombo, Srilanka
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., Campbell, K. (1990). Errors and violations on the road: a real distinction? *Ergonomics* 33, 1315-1332.
- Skashita, C. Senserrick, T, Lo, S. Boufous, S. De Rome, L., Ivers, R. (2014). *The Motorcycle Rider Behavior Questionnaire: Psychometric properties and application amongst novice riders in Australia. Transportation Research Part F* 22, 126-139.

## TINJAUAN PENGGUNAAN MODEL DINAMIKA SISTEM (SYSTEM DYNAMICS) DALAM KEBIJAKAN KESELAMATAN TRANSPORTASI

**Elsa Tri Mukti**  
Mahasiswa Program Doktor  
Rekayasa Transportasi FTSL ITB,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Email :  
[elsatrimukti.faisal@gmail.com](mailto:elsatrimukti.faisal@gmail.com)

**Ade Sjafruddin**  
Professor, Program Doktor  
Rekayasa Transportasi FTSL ITB,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Email :  
[ades@trans.si.itb.ac.id](mailto:ades@trans.si.itb.ac.id)

**Aine Kusumawati**  
Ass. Professor Program Doktor  
Rekayasa Transportasi FTSL ITB,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
Email :  
[aine@trans.si.itb.ac.id](mailto:aine@trans.si.itb.ac.id)

### Abstract

In a complex system, such as in the field of transportation safety, the problem is actually present in the basic structure of the system. Therefore, an analysis of the system needed to be able to solve problems in a comprehensive manner, so we need a form of settlement by using a systems approach. A systems approach is not only in regards to theory, but also the way of thinking and practical philosophy in solving a problem. System dynamics model under system approach methodology set completion cohesive steps to be followed systematically by understanding basic cause of every problem under consideration. By providing insight into the feedback process, system dynamics models provide a better understanding of the users of the system to understand the dynamic behavior of a system.

**Keyword** : *System Dynamics, Transportation Safety Policy*

### Abstrak

Dalam suatu sistem yang kompleks, seperti dalam bidang keselamatan transportasi, permasalahan sebenarnya terdapat pada struktur dasar dari sistem tersebut. Oleh karena itu analisis terhadap sistem dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan permasalahan secara komprehensif, sehingga diperlukan suatu bentuk penyelesaian dengan menggunakan pendekatan sistem. Pendekatan sistem bukan hanya menyangkut masalah teori, namun juga mengenai cara berpikir dan filsafat praktis dalam memecahkan suatu masalah. Model dinamika sistem (*System Dynamics*) di bawah metodologi pendekatan sistem menyajikan seperangkat langkah-langkah penyelesaian kohesif yang harus diikuti secara sistematis dengan memahami akar/penyebab dasar dari setiap permasalahan yang dipertimbangkan. Dengan memberikan wawasan dalam proses umpan balik, model dinamika sistem memberikan pemahaman yang lebih baik kepada pengguna sistem untuk memahami perilaku dinamis dari suatu sistem.

**Kata kunci** : *Dinamika Sistem, Kebijakan Keselamatan Transportasi*

## PENDAHULUAN

Kajian keselamatan lalu lintas jalan saat ini menjadi suatu hal yang sangat penting dan strategis, karena melibatkan unsur keselamatan jiwa manusia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2013), kecelakaan yang disebabkan lalu lintas jalan diperkirakan mencapai 1,24 juta kematian di seluruh dunia pada tahun 2010. Dalam meningkatkan keselamatan lalu lintas di jalan terdapat 3 (tiga) bagian yang saling berhubungan dengan operasi lalu lintas, yakni: *pengemudi, kendaraan, dan jalan raya*. Dalam suatu sistem yang kompleks, seperti kecelakaan lalu lintas, permasalahan sebenarnya terdapat pada struktur dasar dari sistem tersebut. Oleh karena itu analisis terhadap sistem dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan permasalahan secara komprehensif, sehingga diperlukan suatu bentuk penyelesaian dengan menggunakan pendekatan sistem. Pendekatan sistem bukan hanya menyangkut masalah teori, namun juga mengenai cara berpikir dan filsafat praktis dalam memecahkan suatu masalah.

Tulisan ini bertujuan memetakan dan melakukan tinjauan terhadap bagaimana metodologi pendekatan sistem dalam hal ini pendekatan Dinamika Sistem (*System Dynamics*) digunakan dalam kerangka kajian kebijakan keselamatan transportasi khususnya jalan. Dalam suatu kajian mengenai kebijakan keselamatan untuk mengurangi kecelakaan di jalan perlu upaya untuk melibatkan suatu sistem yang kompleks, yang terdiri dari faktor manusia, jalan raya, kendaraan dan lingkungan lainnya. Oleh karena itu sangatlah penting untuk mengembangkan model simulasi dinamis untuk dapat memahami interaksi antara berbagai faktor dalam sistem yang kompleks itu sedemikian sehingga diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode konvensional dalam mencegah kecelakaan di jalan khususnya.

## **PENDEKATAN SISTEM**

Pendekatan sistem dapat didefinisikan sebagai suatu metode dalam mengorganisasi, memberikan prosedur yang efisien untuk representasi, merencanakan dan menganalisis suatu sistem yang kompleks dan dinamik. Pendekatan ini adalah sebuah metodologi penyelesaian masalah secara komprehensif, yang meliputi 2 langkah pemikiran, yaitu :

1. Struktur rasional dari informasi/data-data kuantitatif dan kualitatif, terutama dalam bentuk model untuk merepresentasikan permasalahan.
2. Pembentukan teknik analisis sehingga permasalahan dapat dianalisa dan ditemukan pemecahannya.

Sesuai dengan namanya, metode ini erat berhubungan dengan pertanyaan-pertanyaan tentang tendensi-tendensi dinamika sistem-sistem yang kompleks, yaitu pola-pola tingkah laku yang dibangkitkan oleh sistem itu dengan bertambahnya waktu. Penggunaan metodologi ini lebih ditekankan kepada tujuan-tujuan peningkatan pengertian tentang bagaimana tingkah laku sistem itu muncul dari strukturnya. Pengertian ini sangat penting dalam perancangan kebijaksanaan yang efektif.

Konsep dari sebuah sistem adalah :

1. Sebuah sistem adalah gabungan komponen – komponen yang teratur. “Teratur” berarti bahwa ada hubungan khusus antara komponen.
2. Sistem ‘melakukan sesuatu’ yang dengan kata lain bahwa ia menunjukkan sebuah tipe perilaku yang unik untuk sistem tersebut.
3. Tiap komponen ‘berkontribusi’ terhadap perilaku sistem dan ‘dipengaruhi’ karena berada di dalam sistem. Tidak ada komponen yang ‘independen’ dalam sistem. Perilaku dalam sistem dapat diubah jika komponen manapun dipindahkan atau meninggalkan sistem.
4. Kelompok di dalam komponen yang berada di dalam suatu sistem bisa jadi juga memiliki properti nomor (a), (b) dan (c) diatas, sehingga mereka dapat membentuk sub – sub sistem.
5. Sistem memiliki sesuatu yang berada di luar tersebut sebagai lingkungan yang memberikan input ke dalam sistem dan menerima output dari sistem.
6. Sistem telah diidentifikasi sebagai kepentingan khusus (memiliki tujuan tertentu).

Dalam memahami suatu masalah yang melibatkan sebuah sistem yang kompleks dan dinamik dibutuhkan sebuah metode penyelesaian yang dapat menjawab pertanyaan tentang bagaimana pola tingkah laku sistem tersebut muncul dari strukturnya. Pemahaman terhadap sistem dapat diperoleh dengan melihat hubungan yang saling berkaitan antara sistem secara keseluruhan. Terdapatnya banyak variabel yang mempengaruhi dampak

penerapan dari suatu kebijakan keselamatan transportasi, membutuhkan sebuah analisis yang harus dilakukan dengan suatu pendekatan yang menyeluruh.

## DINAMIKA SISTEM

Dinamika sistem memiliki sejarah panjang sebagai paradigma pemodelan ini merupakan hasil karya Forrester (1961) dari Universitas Massachusetts di Amerika Serikat, yang mengembangkan subjek untuk memberikan pemahaman tentang masalah strategis dalam sistem yang kompleks dan dinamis. Model dinamika sistem, dengan memberikan wawasan ke dalam proses umpan balik, memberikan pengguna sistem dengan pemahaman yang lebih baik dari perilaku dinamis dari sistem. Ini adalah metodologi dimana interaksi yang kompleks, dinamis dan non linear dalam sistem sosial dapat dipahami dan dianalisis, dan struktur serta kebijakan baru dapat dirancang untuk meningkatkan atau memperbaiki perilaku sistem. (Kumar, M.,E., 2011).

Di dalam situs *System Dynamics Society*, *System Dynamics* (Dinamika Sistem) didefinisikan :

*“System dynamics is a methodology for studying and managing complex feedback systems, such as one finds in business and other social systems. In fact it has been used to address practically every sort of feedback system. While the word system has been applied to all sorts of situations, feedback is the differentiating descriptor here. Feedback refers to the situation of X affecting Y and Y in turn affecting X perhaps through a chain of causes and effects. One cannot study the link between X and Y and, independently, the link between Y and X and predict how the system will behave. Only the study of the whole system as a feedback system will lead to correct results.”*

Kata sistem telah diaplikasikan ke semua macam situasi, sedangkan kata umpan-balik di sini merupakan alat untuk mendeskripsikan suatu proses penurunan (pendiferensiasian). Umpan-balik menyatakan suatu situasi X mempengaruhi Y dan pada gilirannya Y mempengaruhi X yang mungkin melalui serangkaian rantai hubungan sebab-akibat. Seseorang tidak dapat mempelajari hubungan antara X dan Y, secara terpisah, untuk kemudian memprediksi bagaimana sistem itu berperilaku. Pemahaman yang benar terhadap sistem dapat diperoleh dengan melihat hubungan saling terkait itu secara keseluruhan dan tidak dipisah-pisahkan.

Apa bedanya pendekatan *System Dynamics* dengan pendekatan sistem yang lainnya? Hal ini dijawab oleh MIT (Massachusetts Institute of Technology - USA) *System Dynamics Group*

*“What makes using system dynamics different from other approaches to studying complex systems is the use of feedback loops. Stocks and flows help describe how a system is connected by feedback loops which create the nonlinearity found so frequently in modern day problems. Computers software is used to simulate a system dynamics model of the situation being studied. Running “what if” simulations to test certain policies on such a model can greatly aid in understanding how the system changes over time.”*

Persoalan yang dapat dengan tepat dimodelkan menggunakan *System Dynamics* (Dinamika Sistem) adalah masalah yang : mempunyai sifat dinamis (berubah terhadap waktu); dan struktur fenomenanya mengandung paling sedikit satu struktur umpan-balik (*feedback*

structure). Rancangan *causal loop diagram* (CLD) biasanya digunakan dalam *system thinking* (berpikir sistemik) untuk mengilustrasikan hubungan *cause-effect* (sebab-akibat). Hubungan *feedback* (umpan-balik) bisa menghasilkan perilaku yang bervariasi dalam sistem nyata dan dalam simulasi sistem nyata. Suatu struktur umpan-balik harus dibentuk karena adanya hubungan kausal (sebab-akibat). Dengan perkataan lain, suatu struktur umpan-balik adalah suatu *causal loop* (lingkar sebab-akibat). Struktur umpan-balik ini merupakan blok pembentuk model yang diungkapkan melalui lingkaran-lingkaran tertutup. Lingkaran umpan-balik (*feedback loop*) tersebut menyatakan hubungan sebab-akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi-korelasi statistik. Hubungan sebab-akibat antar sepasang variabel harus dipandang bila hubungan variabel lainnya terhadap variabel tersebut di dalam sistem dianggap tidak ada. Sedangkan suatu korelasi statistik antara sepasang variabel diturunkan dari data yang ada dalam keadaan variabel-variabel tersebut mempunyai hubungan dengan variabel lainnya di dalam sistem dan kesemuanya berubah secara simultan.

Penggunaan model dinamika sistem dalam proses analisis untuk membuat suatu kebijakan keselamatan transportasi dilakukan dengan pertimbangan bahwa model dinamika sistem :

1. mampu mensimulasikan bermacam intervensi dan dapat memunculkan perilaku sistem karena adanya intervensi tersebut;
2. memungkinkan mensimulasikan suatu intervensi yang efeknya dapat berbeda secara dramatik dalam jangka pendek, menengah dan jangka panjang (kompleksitas dinamik);
3. perilaku sistem di atas dapat merupakan perilaku yang pernah dialami dan teramati (historis) ataupun perilaku yang belum pernah teramati (pernah dialami tetapi tidak teramati atau belum pernah dialami tetapi kemungkinan besar terjadi);
4. mampu menjelaskan mengapa (*why*) suatu perilaku tertentu dapat terjadi.
5. tidak mendasarkan modelnya pada data historis saja, namun dapat dikembangkan berdasarkan kesesuaian struktur model dengan dunia nyata, sehingga cocok digunakan untuk sebuah penelitian yang memiliki permasalahan “kelemahan validitas data”.

Dalam kasus sektor transportasi jalan, analisis dengan menggunakan dinamika sistem dapat digunakan pengambil keputusan dalam mengambil kebijakan untuk memahami dinamika yang berlaku, yang mempengaruhi perkembangan dan mengevaluasi kebijakan keselamatan transportasi.

## **MODEL DINAMIKA SISTEM DALAM ANALISIS KEBIJAKAN KESELAMATAN TRANSPORTASI**

Dinamika sistem menggunakan berbagai alat dan teknik seperti pengaruh dan *causal loop diagram*, simulasi komputer dan optimasi, serta telah digunakan untuk memfasilitasi analisis kompleks sistem fisik dan sosial. Salah satu alasan yang menyebabkan dinamika sistem populer adalah bahwa memungkinkan eksperimen kebijakan dan memfasilitasi diskusi dari skenario *'What-if'*. Dinamika sistem dapat digunakan dalam proses analisis kebijakan keselamatan transportasi pada tingkat makroskopik, yaitu yang mencakup sistem yang kompleks dari analisis sistem, serta pada tingkat mikroskopis, seperti yang menjelaskan bagaimana, mengapa dan cara mengatasi suatu permasalahan keselamatan seperti kecelakaan lalu lintas, kemacetan jalan dan lain-lain.

Pembangunan ekonomi dan urbanisasi menimbulkan sejumlah dampak yang berkaitan dengan eksternalitas negative pada sistem transportasi, seperti keselamatan lalu lintas,

resiko kesehatan lingkungan, dan kemacetan lalu lintas. Beberapa penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memberikan perspektif dinamika sistem dalam upaya memecahkan permasalahan tersebut dan memeriksa hubungan sebab-akibat (*cause-effect relations*), penundaan (*delay*) dan loop umpan balik (*feedback loop*) dalam sistem yang berfungsi untuk menghasilkan resistensi kebijakan dan mengusulkan strategi kebijakan untuk mengatasi masalah dalam jangka waktu yang lama. Tujuan model dinamika sistem ini adalah untuk membantu para pembuat kebijakan untuk lebih memahami dampak dari berbagai proses umpan balik yang dinamis dan penundaan yang terlibat dengan pengambilan keputusan, khususnya dalam hal keselamatan transportasi.

Goh, Y.M. dan Love, P.E.D., (2012) dalam penelitiannya mengembangkan dua model untuk menunjukkan bagaimana model dinamika sistem dapat memfasilitasi dan mendorong tingkat makro dan meso analisis kebijakan keselamatan lalu lintas. Model pertama digunakan untuk menilai pilihan kebijakan sehingga mendorong pembelian mobil dengan penilaian keamanan yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini Goh mengembangkan sebuah model dinamika sistem terhadap Program *New Car Assessment* di Australia. Model tersebut kemudian disimulasikan untuk menggambarkan besaran sensitivitas dari parameter kunci seperti biaya dan manfaat dari perpajakan. Selanjutnya juga dilakukan analisa terhadap penerapan kebijakan subsidi. Model kedua, digunakan untuk mengevaluasi dampak dari kebijakan angkutan umum terhadap waktu tempuh dan pertimbangan keselamatan lalu lintas. Pada model kedua ini ditampilkan contoh dampak keselamatan terhadap kebijakan perubahan subsidi angkutan umum di pinggiran kota.

Pada kedua contoh tersebut, model dinamika sistem menyediakan berbagai skenario yang dapat digunakan oleh para pembuat kebijakan untuk mengembangkan kebijakan yang cocok dan tepat. Kekuatan dan kelemahan dari model dinamika sistem dalam analisis keselamatan transportasi jalan juga diperiksa. Goh menyarankan bahwa dinamika sistem dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan makro karena dapat menjelaskan kompleksitas dinamis yang terkait dengan sistem transportasi jalan dan dapat digunakan untuk membantu sebuah eksperimen kebijakan.

### **Kebijakan Keselamatan Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Lalu Lintas**

Minami, N. dan Madnick, S., 2010, melakukan studi untuk menunjukkan bagaimana analisis dinamika sistem dapat digunakan untuk lebih memahami akar permasalahan yang kompleks dari kecelakaan lalu lintas. Menurut Minami penerapan analisis sistem, dan secara khusus analisis dinamika sistem dalam menangani masalah keselamatan lalu lintas bisa sangat membantu. Model makroskopik yang membahas keselamatan lalu lintas dapat membantu dalam banyak cara. Pertama, model ini dapat membantu untuk menginformasikan para pembuat kebijakan untuk mengetahui faktor penyebab apa yang dalam sistem yang paling mungkin untuk menghasilkan penurunan kecelakaan di masa depan. Kedua, model ini memiliki kekuatan untuk dapat menjelaskan sehingga dapat membantu para analis untuk lebih memahami bagaimana konsep-konsep seperti umpan balik dan penundaan berdampak pada sistem. Model mikroskopis juga dapat membantu, terutama dalam kemampuan mereka untuk menjelaskan bagaimana kecelakaan terjadi. Model mikroskopis sederhana yang dihasilkan oleh Minami menunjukkan pentingnya pemantauan tingkat stres pengemudi, bahwa pelatihan dan pengetahuan sangat penting bagi seorang pengemudi untuk dapat mempraktekan cara mengemudi yang aman, dan bahwa faktor-faktor lain seperti jumlah waktu pengemudi yang dihabiskan di jalan serta sikap pengemudi juga penting dalam mencegah kecelakaan. Pada akhirnya, analisis sistem

kecelakaan dapat membantu untuk memberikan wawasan baru dan inovatif yang meningkatkan budaya keselamatan dan yang membuat jalan lebih aman untuk semua.

Penelitian dengan menggunakan dinamika sistem untuk mengidentifikasi berbagai penyebab kecelakaan di jalan di Kota Chennai dilakukan oleh Kumar, N. dan Umadevi, G., (2011). Kumar membuat beberapa skenario kebijakan untuk mengurangi jumlah kecelakaan dan lebih meningkatkan keselamatan di jalan. Diperoleh hasil bahwa faktor pelatihan dan pengetahuan tentang keselamatan serta kesadaran masyarakat merupakan hal yang penting dan dapat berpengaruh dalam mengurangi jumlah kecelakaan. Besarnya biaya yang dikeluarkan untuk kebijakan ini akan berdampak pada pengurangan jumlah kecelakaan akan tercapai. Topolsek, D., dan Lipicnik, M., 2009, memberikan model dinamika sistem untuk mengurangi jumlah kecelakaan di jalan karena salah arah mengemudi. Kecelakaan jalan raya sering berakibat fatal karena kecepatan tinggi dan salah satu alasan kecelakaan yang terjadi adalah akibat dari mengemudi ke arah yang salah. Model dinamika sistem menyediakan simulasi untuk mengurangi jumlah kecelakaan di jalan dalam kaitannya dengan perilaku manuver *U - turn* yang salah dan mengemudi ke arah yang salah. Kemungkinan penanggulangan yang diberikan untuk mencegah pengemudi dari mengemudi di arah yang salah di jalan raya adalah mengurangi jumlah manuver *U-turn* yang mengakibatkan mengemudi ke arah yang salah dan mempengaruhi tingkat keselamatan di jalan raya.

### **Kebijakan Keselamatan Yang Berhubungan Dengan Kemacetan Lalu Lintas**

Armah, F.A., et al., 2010, melakukan penelitian di kota Accra (ibukota Ghana) yang menghadapi masalah dalam perencanaan kota, antara lain seperti kemacetan lalu lintas dan polusi udara. Melalui *causal loop diagram*, alternative-alternatif diusulkan untuk membatasi efektivitas dari loop negatif. Tujuannya adalah untuk meningkatkan minat masyarakat terhadap penggunaan angkutan umum sekaligus mengurangi penggunaan mobil pribadi. Berdasarkan hasil analisis, kebijakan terutama instrumen ekonomi diusulkan untuk dapat digunakan dalam mengurangi permasalahan kemacetan lalu lintas di kota Accra. Tiga langkah utama yang dapat dipertimbangkan oleh para pembuat kebijakan adalah pengembangan sistem angkutan umum, memperluas dan meningkatkan jaringan jalan, dan alternatif *travel demand management* (manajemen kebutuhan perjalanan).

Penelitian dalam rangka mengatasi kemacetan, dengan menggunakan dinamika sistem juga dilakukan oleh Prasetyawan Y., dan Fitriana I., (2011). Dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik dicoba untuk diketahui dampak dari rencana pemerintah kota Surabaya untuk mengoperasikan suatu transportasi massal yang disebut Bus Rapid Transit atau yang lebih dikenal dengan busway terhadap kemacetan lalu lintas yang terjadi di Surabaya. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kemacetan lalu lintas, dan menganalisis kebijakan yang diberikan pemerintah terkait dengan sistem kemacetan lalu lintas sehingga dapat diketahui kebijakan yang tepat untuk mengatasi kemacetan. Tahapan dalam pembuatan model adalah penentuan batasan model, pengidentifikasian *causal loop*, pembuatan *causal loop*, formulasi model, dan simulasi serta validasi dari model sistem dinamik. Pada penelitian ini dibuat 4 skenario model yang dibandingkan dengan kondisi eksisting saat ini dimana kota Surabaya belum memiliki busway. Skenario 1 terdapat pengguna kendaraan bermotor seperti lyn, bus, angkutan umum lain, mobil dan motor yang beralih menggunakan busway. Skenario 2, pemerintah Surabaya menentukan adanya re-routing lyn dan bus yang berarti sepanjang jalur utara – selatan tidak terdapat lyn maupun bus yang beroperasi. Skenario 3 dan 4 terdapat re-routing lyn dan bus namun pada skenario 3 terdapat pembatasan motor

sedangkan skenario 4 terjadi pembatasan motor dan mobil. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kebijaksanaan yang terbaik adalah dengan skenario 4, yaitu re-routing lyn dan bus serta pembatasan penggunaan motor dan mobil pribadi. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa dengan kebijaksanaan ini, kemacetan lalu lintas mengalami penurunan dan masyarakat yang menggunakan busway mengalami peningkatan setiap tahunnya.

### **Kebijakan Keselamatan Yang Berhubungan Pemeliharaan Perkerasan Jalan**

Kondisi perkerasan jalan juga berpengaruh dalam keselamatan lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapisan jalan yang sesuai dengan kebutuhan lalu lintas dan menghindari kecelakaan selip tidak kurang pentingnya dibanding pemilihan untuk konstruksi. Tempat-tempat yang mempunyai permukaan dengan bagian tepi yang rendah koefisien gaya geseknya akan mudah mengalami kecelakaan selip dibanding lokasi-lokasi lain yang sejenis yang mempunyai nilai yang tinggi. Hal ini penting bila pengereman atau pembelokan sering terjadi, misalnya pada bundaran, jalan melengkung, persimpangan, pada saat mendekati tempat pemberhentian bis, penyeberang dan pada jalan-jalan miring, maka perlu diberi permukaan jalan yang cocok. Linard, K., T., (2009) menggunakan dinamika sistem untuk membuat suatu model pemeliharaan perkerasan jalan. Menurut Linard kebanyakan sistem manajemen pemeliharaan perkerasan cenderung berupa database non - analitis atau model korelasi statistik. Namun, pemeliharaan perkerasan merupakan bagian dari sistem yang kompleks yang terdiri dari perkerasan jalan, lingkungan, pengguna yang beragam, dan otoritas pemeliharaan Daerah/Negara/Pemerintah federal. Sistem ini memiliki komponen yang signifikan, sehingga cocok untuk penyelidikan yang menggunakan dinamika system. Model ini menganalisis kerusakan perkerasan dari waktu ke waktu dari 530 segmen jalan pedesaan, memprioritaskan perawatan rehabilitasi berdasarkan preferensi pengguna dan keterbatasan anggaran dan mengidentifikasi konsekuensi dari pendekatan anggaran yang berbeda. Umpan balik kepada para pengambil keputusan termasuk jumlah rumah tangga yang dilayani oleh jalan yang rusak parah, jumlah keluhan pengguna, biaya kecelakaan dan biaya operasi kendaraan. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa dinamika sistem sangat berguna dalam memahami hubungan antara aspek kualitatif dan kuantitatif dari manajemen aset jalan, dimana pemodelan dinamika sistem menggunakan seperangkat teknik yang memungkinkan dimasukkannya faktor kuantitatif dan kualitatif. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa dengan berfokus pada variabel kunci (terutama jumlah/kandungan kerikil pada perkerasan jalan) implikasi dari tahun dimana terjadi kurangnya pendanaan menjadi jelas, dan kerangka waktu yang panjang untuk memperbaiki situasinya menjadi dapat dipahami.

## **KESIMPULAN**

Dinamika sistem dikenal karena kemampuannya untuk mengungkap kompleksitas dan untuk membantu eksperimen kebijakan. Dalam kasus sektor transportasi jalan, dapat digunakan untuk kebijakan dan pengambil keputusan untuk memahami dinamika yang berlaku yang mempengaruhi perkembangan dan mengevaluasi kebijakan keselamatan.

Dan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh keuntungan/kelebihan dari penggunaan metode dinamika sistem bila dibandingkan dengan pemodelan korelasi statistik yang lebih tradisional, yaitu :

1. Dihasilkan grafik yang dapat menggambarkan dengan jelas hubungan antara variabel-variabel kunci, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan oleh para pengambil keputusan.

2. Kualitatif data, yang berperan penting dalam pengambilan keputusan, dapat langsung dimasukkan ke dalam model .
3. Hubungan umpan balik mendasar dalam sistem ini adalah bahwa penasihat teknis dapat menggunakan model simulasi untuk memberikan saran, dari sudut pandang politik dan sosial yang relevan, kepada pembuat kebijakan, berdasarkan skenario yang telah mereka identifikasikan.

Bagaimanapun dinamika sistem memiliki sejumlah keterbatasan. Simulasi merupakan komponen integral dari dinamika sistem dan karena itu bergantung pada dimensi waktu untuk merumuskan alternatif kebijakan. Akibatnya aspek spasial dan efek distribusi tidak terlalu diperhitungkan. Selain itu, kebanyakan model dinamika sistem cenderung deterministik dan karena itu tidak memperhitungkan ketidakpastian dan variabilitas. Validitas struktural adalah keterbatasan utama dari banyak model dinamika sistem yang dikembangkan. Validitas struktural diperlukan untuk membangun kepercayaan dalam output model, dimana dasar dari model dinamika sistem adalah model kausalitas. Validitas struktural diperlukan sebelum validitas perilaku (yaitu seberapa baik model meniru perilaku yang diamati dari sistem nyata) dapat dibentuk. Inti dari proses pemodelan dinamika sistem adalah untuk mengidentifikasi bagaimana struktur dan kebijakan keputusan membantu menghasilkan pola yang dapat diamati dari perilaku sistem, dan kemudian mengidentifikasi struktur dan keputusan kebijakan tersebut untuk dapat dilaksanakan.

Meskipun memiliki keterbatasan, dinamika sistem dianggap metodologi yang cocok dan sesuai untuk memeriksa kebijakan keselamatan transportasi. Penelitian lebih lanjut, bagaimanapun, diperlukan untuk mengembangkan model yang dapat secara efektif digunakan untuk mengembangkan kebijakan, khususnya yang berkaitan dengan validitas struktural dan perilaku. Pemodelan dinamika sistem tidak harus dianggap sebagai pengganti pendekatan pemodelan keselamatan transportasi jalan yang ada, tetapi sebagai metodologi komplementer untuk mengembangkan dan menguji alternatif dari suatu kebijakan

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Armah, F.A., et al., 2010, A Systems Dynamics Approach to Explore Traffic Congestion and Air Pollution Link in the City of Accra, Ghana, *Journal Sustainability*, Vol. 2, 252-265, 13 Januari 2010, ISSN 2071-1050
- Goh, Y.M. dan Love, P.E.D., 2012, Methodological Application Of System Dynamics For Evaluating Traffic Safety Policy, *Journal Safety Science* Volume 50, Issue 7, Pages 1594-1605
- Kumar, N., dan Umadevi, G., 2011, Application of System Dynamic Simulation Modeling in Road Safety, diakses dari :<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2011/RSS/2/Kumar,N.pdf>
- Linard, K.T., 2009, Application of System Dynamics to Unsealed Road Maintenance Management, *Conference Proceedings, The 27th International Conference of the System Dynamics Society*, July 26 – 30, 2009, Albuquerque, New Mexico, USA, ISBN 978-1-935056-03-04
- Minami, N. dan Madnick, S., 2010, Using Systems Analysis to Improve Traffic Safety, Working Paper CISL 2010-04, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

- Prasetyawan Y., dan Fitriana I., 2011, Analisis Dampak Rencana Pembangunan Busway terhadap Kemacetan Lalu Lintas pada Jalur Utara – Selatan dengan Pendekatan Sistem Dinamik, Seminar Nasional Teknologi Industri XV, Surabaya.
- Tasrif, M., 2013, Analisis Kebijakan Menggunakan Model System Dynamics (Dinamika Sistem) : Suatu Pengantar, Bahan Kuliah, Program Magister Studi Pembangunan, SAPPK ITB, Bandung.
- Topolsek, D., dan Lipicnik, M., 2009, System Dynamic Model of Measures for Reducing the Number of Road Accidents Due to Wrong-way Movement on Motorways, *Journal Traffic & Transportation*, Vol. 21, pp. 85-91.
- Torres, M.D.S., Lechon, R.F., dan Soto, P.F., 2012, Road Safety Strategies: An Analysis with System Dynamic, Diakses dari : <http://www.systemdynamics.org/conferences/2012/proceed/papers/P1181.pdf>

## PERHITUNGAN KEMAUAN UNTUK MEMBAYAR PADA PENETAPAN NILAI KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN UNTUK KELOMPOK PENGGUNA JALAN TERTENTU

**Dr. Ir Tri Tjahjono, Msc**  
Fakultas Teknik  
Departemen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Depok, Jawa Barat  
Hp.: 081311467022  
[tri.tjahjono@yahoo.com](mailto:tri.tjahjono@yahoo.com)

**Pungkas Hendratmoko,MMTr**  
Fakultas Teknik  
Departemen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Depok, Jawa Barat  
Telp: (021) 7544294  
[pungkash@yahoo.com](mailto:pungkash@yahoo.com)

### Abstract

Several studies on value of road safety (VRS) has been widely applied in various countries .One approach that is commonly used to valuation of road safety is to measure public willingness to pay ( WTP ) in order to increase the safety aspect. In this model preferences are based on the behavioral theory of economics perspective that explains that every human behavior based on the preferences . The basic premise of this theory explains that every human being has a preference for a number of goods. The issue of safety is included in the category of non-market goods that are not traded and often occurs refusal of the respondent to answer direct questions about WTP, therefore to obtain objective answers from respondents, WTP design questions need to be linked with other proxies. The purpose of this study was to calculate the WTP on valuation of road safety for specific communities to redesign the WTP questions associated with the proxy vehicle maintenance and health maintenance.

**Keywords:** VRS, WTP, Vehicle Maintenance, Health Maintenance

### Abstrak

Beberapa penelitian tentang nilai keselamatan transportasi jalan/*value of road safety* (VRS) telah banyak dilakukan diberbagai negara. Salah satu pendekatan yang umumnya dipakai untuk penetapan nilai keselamatan transportasi jalan adalah dengan cara menanyakan langsung kepada masyarakat tentang preferensinya/kemauannya untuk membayar/ *willingness to pay* ( WTP ) dalam rangka peningkatan aspek keselamatan. Pada model ini preferensi manusia dibangun atas dasar teori perilaku dari prespektif ilmu ekonomi, yang menjelaskan bahwa perilaku manusia dibentuk berdasarkan preferensinya. Premis dasar pada teori ini menjelaskan bahwa setiap manusia memiliki preferensi atas sejumlah barang. Permasalahannya keselamatan termasuk dalam katagori barang non pasar/*non marketed goods* yang sifatnya tidak diperdagangkan /*not tradable goods* dan sering kali terjadi penolakan jawaban dari responden pada bentuk pertanyaan langsung tentang WTP, oleh karena itu untuk memperoleh jawaban yang obyektif dari responden, bentuk pertanyaan WTP perlu dikaitkan dengan proxy lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung WTP pada penetapan nilai keselamatan transportasi jalan untuk kelompok masyarakat tertentu dengan mendisain pertanyaan WTP dikaitkan dengan proxy pemeliharaan kendaraan dan pemeliharaan kesehatan.

**Kata kunci:** VRS, WTP, Pemeliharaan Kendaraan, Pemeliharaan Kesehatan

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Di banyak negara penelitian tentang nilai keselamatan transportasi jalan /*value of road safety* (VRS ) telah banyak dilakukan. Menurut Lee (1990,p.39) di dunia setidaknya terdapat dua metode yang sering digunakan untuk menghitung Model VRS, pertama adalah metode *Human Capital* (HC) dan kedua adalah metode *Willingnes to Pay* (WTP).

Metode yang digunakan pada HC dilakukan dengan cara menghitung total potensi produktivitas manusia yang hilang akibat kecelakaan fatal lalu lintas di jalan, sedangkan metode yang digunakan pada WTP dilakukan dengan cara menanyakan preferensi/kemauan masyarakat untuk membayar terhadap peningkatan aspek keselamatan berlalu-lintas di jalan. Menurut lee (1990, p.40) metode HC banyak mendapatkan keberatan dari para peneliti karena metode ini diyakini tidak dapat mempresentasikan preferensi masyarakat sesungguhnya terhadap nilai keselamatan, sebaliknya metode WTP diyakini lebih dapat mempresentasikan preferensi masyarakat sesungguhnya terhadap nilai keselamatan dan banyak digunakan oleh para peneliti (sebagai contoh : Blomquist, 1979; Marin & Psacharopoulos, 1982; Jones-Lee et al 1985; Maier et al, 1989, Persson, 1989) dan lain-lain.

Menurut David Pearce and Ece Ozdemiroglu et al (2002) penetapan VRS dengan metode WTP didasari kepada konsep penilaian barang/jasa non pasar (*non marketed valuation goods/services*). Metode yang digunakan untuk menghitung WTP tersebut dapat dilakukan dengan survey *Revealed Preferences* (RP) dan survey *Stated Preferences* (SP). Pada survey RP dilakukan dengan cara menanyakan preferensi/kemauan masyarakat membayar untuk peningkatan aspek keselamatan pada kondisi sebenarnya/kondisi pasar sedangkan pada survey *Stated Preferences* (SP) dilakukan dengan cara menanyakan preferensi/kemauan masyarakat membayar untuk peningkatan aspek keselamatan pada kondisi hipotetis. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri-sendiri.

Penetapan VRS metode WTP dengan survey RP mampu mengidentifikasi preferensi individu secara aktual karena berdasarkan kondisi sebenarnya/kondisi pasar namun metode ini tidak mudah dilakukan untuk menilai barang non pasar (*not marketed goods*) seperti keselamatan, untuk menilai keselamatan dengan metode ini dilakukan dengan cara menghubungkan keselamatan dengan barang pasar lainnya (*marketed goods*), sebagai contoh kendaraan yang memiliki kelengkapan keselamatan yang lengkap akan memiliki harga yang lebih tinggi dibanding kendaraan sejenis yang tidak memiliki kelengkapan keselamatan. Kemauan individu untuk membeli kendaraan tersebut merefleksikan WTPnya terhadap keselamatan (Atkinson & Halvorsen, 1990; Anderson, 2005).

Sedangkan penetapan VRS metode WTP dengan survey SP adalah alternatif lain untuk mengetahui nilai keselamatan jalan. Seperti dikutip dari jurnal penelitian Andersson (2013) pada umumnya survey SP dilakukan dengan cara menanyakan langsung kepada masyarakat tentang kesediaannya untuk membayar dalam upaya menurunkan jumlah fatalitas kecelakaan lalu lintas di jalan pada kondisi hipotetis dalam bentuk kuisioner penilaian terbatas (*Contingent Valuation Questionnaire*). Permasalahannya untuk menanyakan langsung kepada masyarakat preferensinya/kemauannya untuk membayar/*willingness to pay* (WTP) dalam rangka peningkatan aspek keselamatan tidak mudah sering kali terjadi penolakan jawaban dari responden oleh karena itu untuk memperoleh jawaban yang obyektif dari responden, bentuk pertanyaan WTP perlu dikaitkan dengan proxy lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung WTP pada model VRS untuk kelompok masyarakat tertentu dengan mendisain pertanyaan WTP dikaitkan dengan proxy pemeliharaan kendaraan dan pemeliharaan kesehatan.

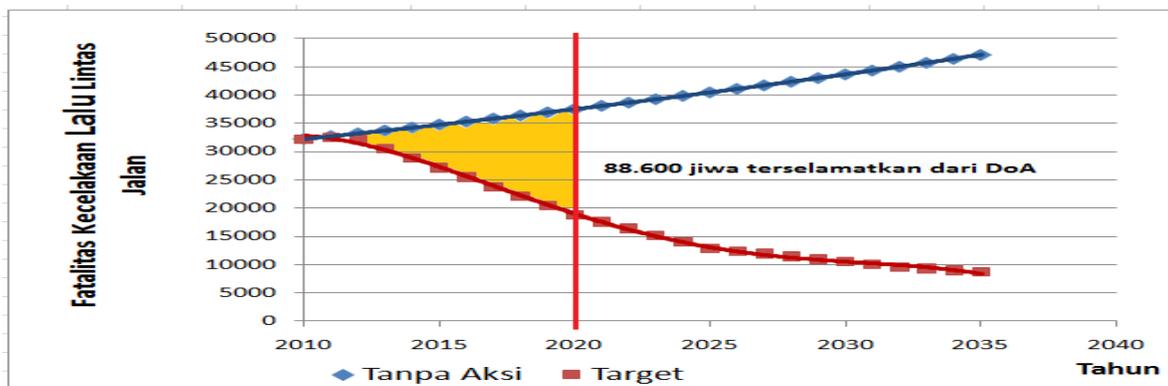
## KAJIAN PUSTAKA

### Nilai Keselamatan Transportasi Jalan

Jumlah korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data akhir pihak Kepolisian tahun 2010, jumlah korban meninggal dunia di jalan sekitar 32.000 jiwa (Korlantas, 2011). Perkiraan ahli dari luar negeri bahkan di atas 40.000 jiwa untuk Indonesia (INDII-AusAID, 2010). Dampak kecelakaan transportasi jalan sangat terasa pada perekonomian nasional. Sebagai contoh, kecelakaan pada moda jalan menyebabkan kerugian ekonomi sekitar 2,9% dari Pendapatan Bruto Nasional (Pustral-UGM, 2007) dan nilai ini jauh lebih besar dibandingkan yang diperkirakan oleh Badan Kesehatan Dunia sebesar 2% (WHO, 2004).

Sejak dideklarasikan oleh Perserikatan Bangsa Bangsa pada tahun 2004 tentang masalah kecelakaan lalu lintas di jalan yang kemudian dilanjutkan dengan deklarasi setingkat menteri pada tahun 2010, di mana pada tahun 2011 tepatnya pada tanggal 11 Mei 2011 disepakati seluruh negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) untuk membuat program *Decade of Action for Road Safety 2011-2020 (DoA)*. Target aksi ini untuk mengurangi jumlah korban meninggal dunia pada tahun 2020 sebesar 50%.

Berdasarkan data korlantas jumlah kelakaan lalu lintas fatal tahun 2010 di Indonesia mencapai angka 31.234 jiwa, prediksi yang dilakukan sampai dengan tahun 2020 mencapai angka 37.493 jiwa, untuk mencapai kesuksesan program *Decade of Action for Road Safety 2010-2011*, jumlah fatalitas harus mampu ditekan menjadi 50% dari 37.493 jiwa atau 18.747 jiwa pada tahun 2020, maka pada tahun 2020 diharapkan terdapat 88.600 jiwa terselamatkan dari kematian premature akibat kecelakaan lalu lintas di jalan seperti terlihat pada gambar berikut ini.



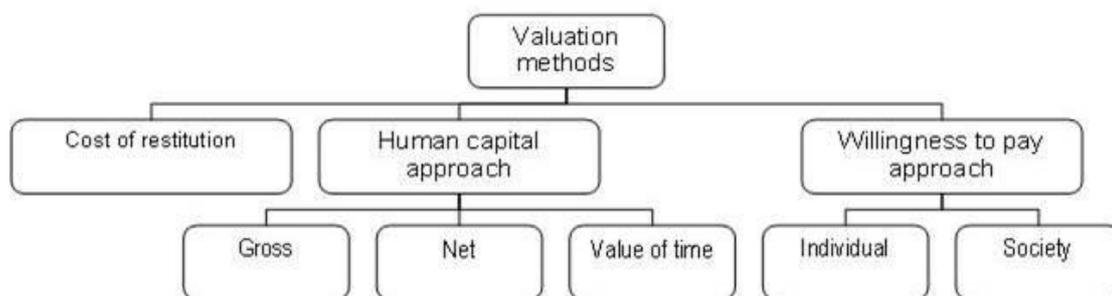
Gambar 1. Jumlah kecelakaan fatal di Indonesia

Berdasarkan kajian Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum di Bandung pada tahun 2003 yang dilakukan oleh Idris dan kawan-kawan, memperkirakan biaya korban meninggal dunia rata-rata sebesar Rp. 350.000.000,- per jiwa dengan catatan perhitungan *lost of output* yang terjadi dikaitkan dengan kondisi Produksi Nasional Bruto atau *Gross National Product (GNP)* sebesar rata-rata bangsa kita pada saat itu hanya Rp. 10.000.000,- (atau sekitar USD 1.000 pada tahun 2003) atau 350 kali dari GNP. Beranjak dari kondisi tersebut, saat ini GNP Indonesia diperkirakan oleh Bank Dunia sudah mendekati USD 3.500 sehingga biaya rata-rata dapat dikoreksi sebesar Rp 1.102,5 juta rupiah (dengan nilai 1 USD = 9.000 IDR) sehingga apabila kondisi ini dibiarkan pada tahun 2020 akan terjadi kerugian ekonomi akibat meninggal dunia pada kecelakaan lalu lintas sebesar 88.600 korban jiwa x Rp 350.000.000 = Rp 31 trilyun atau bahkan sampai

dengan 88.600 korban jiwa x Rp 1.102,5 juta rupiah = Rp 97 trilyun. Sejumlah kerugian ekonomi akibat peristiwa kecelakaan lalu lintas tersebut yang dikenal sebagai nilai keselamatan transportasi jalan/*Value of Road Safety* (VRS).

### Metode Perhitungan Nilai Keselamatan Jalan

Menurut lee (1990, p.39) metode yang biasa digunakan untuk menghitung VRS adalah metode *Human Capital Approach* (HC) dan metode *Willingness to Pay Approach* (WTP). Pada umumnya metode HC digunakan untuk mengestimasi nilai produktivitas manusia yang hilang karena kecelakaan fatal lalu lintas, sedangkan metode WTP digunakan untuk mengestimasi kualitas nilai kehidupan yang hilang. dan terdapat satu metode lainnya untuk menghitung VRS yaitu *Cost of Restitution* atau perhitungan biaya langsung yang terjadi akibat kecelakaan transportasi di jalan (seperti : biaya medis, barang/kendaraan milik pribadi yang rusak dan biaya administrasi lainnya). Sejauh ini metode yang digunakan untuk menghitung VRS adalah seperti terlihat pada gambar 1 berikut ini :



**Gambar 2.** Metode Perhitungan VRS

Penelitian tentang VRS telah dimulai pada tahun 1960an untuk keperluan analisis biaya-manfaat/*cost-benefit analysis* (CBA) dari proyek transportasi jalan. Pada awalnya penetapan VRS dilakukan dengan cara menghitung Modal Manusia/*Human Capital* (HC) yang terselamatkan dari kecelakaan transportasi (Mishan 1982). Pada tahun 1985 UK *Departement of Tranport* (DTp) juga mengaplikasikan penetapan VRS dengan metode HC untuk keperluan analisis biaya-manfaat/*cost-benefit analysis* (CBA) dari proyek transportasi jalan di Inggris, hasilnya nilai keselamatan transportasi jalan masyarakat Inggris saat itu mencapai £180.330,-. Pada pendekatan ini VRS yang di dapat akan sangat beragam tergantung produktivitas yang hilang. Metode HC untuk penetapan VRS terus berkembang dan digunakan sampai sekarang namun metode ini dinilai sangat kontroversial karena pada metode ini tidak dapat merefleksikan nilai preferensi masyarakat sebenarnya terhadap keselamatan (Keeler, 2001; Max, Sung, Rice & Mitchel, 2004).

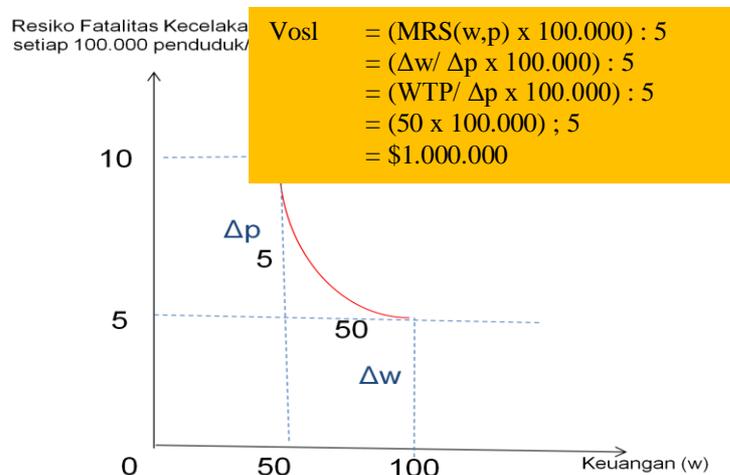
Sejak diadakannya seminar makalah penelitian tentang metode WTP untuk penetapan VRS pada tahun 1960 an dan awal tahun 1970 an (Dreze, 1962; Jones Lee, 1974; Mishan, 1971; Scheling 1968) telah terjadi sejumlah besar evaluasi terhadap VRS baik secara teori maupun empiris

Menurut Jones-lee (1990, p.41) untuk dapat menstandarisasi VRS tersebut, penetapan VRS lebih tepat dilakukan dengan metode WTP. Metode WTP adalah suatu cara untuk mengukur kemauan masyarakat untuk membayar dalam upaya penurunan resiko kecelakaan fatal di jalan dengan menanyakan langsung kepada masyarakat tentang preferensinya terhadap keselamatan. Pada metoda ini juga akan dihitung nilai kehidupan

statistic setiap jiwa manusia/value of statistical life (VoSL) yang terselamatkan dari kecelakaan fatal transportasi jalan.

### Konsep Nilai Hidup Statistik

Konsep Nilai Hidup Statistik/Value of Statistical Life (VoSL), adalah suatu konsep yang biasa digunakan untuk penetapan VRS dengan metode WTP. Seperti dikutip dari jurnal penelitian Wim Wijnen et al., (2009) menurutnya konsep VoSL dapat diilustrasikan sebagai berikut : Apabila di suatu daerah tingkat kecelakaan fatal lalu lintas mencapai 10 korban jiwa per 100.000 penduduk tiap tahunnya berarti bahwa secara statistik setiap tahun 10 orang dari 100.000 penduduk akan meninggal dalam kecelakaan lalu lintas jalan di daerah tersebut. Kemudian apabila pemerintah selaku pengelola jalan menawarkan kepada masyarakat untuk menurunkan tingkat kecelakaan lalu lintas fatal tersebut dari 10 korban jiwa menjadi 5 orang korban jiwa per 100.000 penduduk tiap tahunnya dengan memperbaiki prasarana jalan dan perlengkapannya, artinya 5 orang akan terselamatkan hidupnya setiap tahun dari setiap 100.000 kehidupan statistik . Untuk menentukan nilai dalam bentuk uang dari penurunan tingkat kecelakaan ini, konsep kesejahteraan ekonomi diterapkan dengan menanyakan kesediaan masyarakat untuk membayar/Willingness to Pay (WTP) dalam rangka upaya pemerintah untuk menurunkan fatalitas tingkat kecelakaan lalu lintas jalan. Misalkan saja setiap orang mau membayar \$ 50 untuk pengurangan tingkat kecelakaan tersebut, artinya total dana yang bisa dikumpulkan pemerintah dari 100.000 penduduk setiap tahun adalah \$ 50 x 100.000 = \$ 5 juta per tahun. Kemudian Nilai Hidup Statistik/Value of Statistical Life (VoSL) dari upaya ini adalah \$ 5 juta / 5 nyawa terselamatkan = \$ 1 juta per kehidupan statistik. Konsep VoSL sebenarnya adalah konsep *Marginal Rate of Substitution* (MRS) yang ada pada Teori Mikro Ekonomi, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 3.** Kurva Indiferens MRS (p,w)

Dalam konsep VoSL, kesediaan masyarakat untuk membayar//Willingness to Pay (WTP) pada hakekatnya adalah suatu pertukaran/trade-off antara tingkat kecelakaan dengan uang. Konsep inilah yang dikenal dalam Teori Mikro Ekonomi sebagai Tingkat Substitusi Marginal/Marginal Rate of Substitution (MRS) antara sejumlah barang dalam *bundle* atau jumlah maksimum suatu barang yang konsumen bersedia lepaskan untuk memperoleh tambahan unit barang lain. Pada konteks WTP pertukaran barang tersebut adalah antara sejumlah uang individu yang bersedia dibayarkan dengan peningkatan keselamatan individu di jalan. Pada hakekatnya setiap hari orang membuat keputusan di mana sadar

atau tidak mereka membuat suatu pertukaran/*trade-off*, ambil contoh memilih makanan, memilih kecepatan mengemudi, memilih merokok atau tidak untuk merokok dan lain-lain.

### **Penilaian Ekonomi Barang Non-Pasar**

Nilai keselamatan tidak dapat diketahui secara langsung di pasaran, karena keselamatan masuk dalam katagori barang non-pasar. Penilaian ekonomi/*economic valuation* terhadap barang non-pasar menurut David Pearce and Ece Ozdemiroglu (2002) adalah suatu proses penilaian ekonomi dalam bentuk uang terhadap suatu barang yang tidak ada di pasaran. Tidak semua barang ada di pasaran terdapat beberapa barang yang tidak ada di pasaran/non pasar seperti polusi udara, kebisingan, keselamatan dan lain sebagainya.

Penilaian ekonomi terhadap barang non-pasar biasanya dilakukan dengan cara mengukur preferensi atau ketersediaan orang untuk membayar/*Willingness To Pay* (WTP) terhadap barang non-pasar tersebut. Premis dasar dari teori ekonomi adalah bahwa setiap orang memiliki preferensi atas sejumlah barang (baik barang pasar maupun barang non-pasar). Terlepas dari biayanya, setiap orang diasumsikan dapat mengurutkan barang berdasarkan preferensinya. Hasilnya adalah pengurutan preferensi secara komplit/*complete preference ordering*, ini adalah dasar dari keputusan memilih. Unsur paling fundamental dari teori ekonomi adalah pengurutan preferensi / *preference ordering*. Pada ilmu ekonomi tidak mepedulikan motivasi orang untuk memilih suatu barang seperti altruisme, loyalitas, kebencian, ataupun masokisme.

### **Teori Perilaku dari Prespektif Ilmu Ekonomi**

Ilmu ekonomi adalah suatu studi yang mempelajari tentang manusia (Al Arif et al, 2010). Studi yang dimaksud di sini bukanlah tentang manusia secara umum. Tetapi tentang manusia ekonomi yang berperilaku untuk memenuhi kebutuhan atas barang-barang yang jumlahnya terbatas (*scarcity*). Untuk memenuhi kebutuhan atas barang-barang yang jumlahnya terbatas, maka manusia harus melakukan pilihan. Cara melakukan pilihan tersebut hanya dapat dilakukan oleh manusia ekonomi secara rasionalitas ekonomi. Sehingga secara umum, ekonomi adalah studi tentang manusia ekonomi yang rasional. Setiap manusia ekonomi diasumsikan rasional dalam setiap perilakunya, meskipun terkadang dalam kenyataan perilakunya mungkin tidak rasional untuk kepentingan teoretis di mana ia diposisikan sebagaimana seharusnya ia. Hal ini menyebabkan perbedaan rasionalitas dalam kenyataan dan rasionalitas dalam teori menjadi tidak jelas.

## **PEMBAHASAN**

### **Identifikasi Variabel Penelitian**

Identifikasi variabel penelitian WTP dilakukan berdasarkan literatur yang ada yang berhubungan dengan topik penelitian dan dengan melakukan diskusi kelompok (*focus group discussion*) dengan para responden. Penelitian WTP dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesediaan masyarakat untuk membayar dalam upaya peningkatan aspek keselamatan di jalan tol. Variabel yang digunakan dalam kuesioner dipilih sedemikian rupa agar mencakup seluruh faktor-faktor yang berpengaruh besar terhadap WTP.

### **Instrumen Penelitian**

Instrumen dalam penelitian ini adalah kuisisioner. Metode yang digunakan untuk mendisain kuisisioner adalah dengan mengikuti prosedur yang ada pada literatur dan melakukan diskusi kelompok (*Focus Group Discussion*) yang dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh bentuk dan isi kuisisioner yang sempurna dan mudah dipahami oleh responden

(tidak bersifat tendensius). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan pertanyaan kuesioner adalah menghindari pertanyaan yang panjang dan menggunakan istilah-istilah yang tidak umum digunakan sehari-hari. Apabila hal tersebut tidak dapat dihindarkan maka harus dilengkapi dengan contoh maupun penjelasan lainnya.

Jenis kuisisioner WTP adalah *Contingent Valuation Questionnaire* dengan scenario penilaian *Value Elicitation Question* dan metode *Bidding Game Elicitation* (David Pearce and Ece Ozdemiroglu, 2002). Sesuai literatur yang ada struktur isi kuisisioner yang digunakan pada formulir survey WTP adalah sebagai berikut :

1. Tujuan Penelitian

Agar responden paham dan mau menjawab kuisisioner WTP yang ditanyakan, sebelumnya pada formulir survey peneliti perlu menjelaskan tujuan dari penelitian dan posisi peneliti pada penelitian dimaksud.

2. Pertanyaan tentang sikap dari obyek yang diteliti

Untuk mengetahui sikap responden terhadap obyek yang diteliti pada formulir survey perlu ditambahkan pertanyaan tentang sikap dimaksud.

3. Manfaat dari obyek penelitian,

Agar responden termotivasi untuk menjawab kuisisioner WTP yang ditanyakan perlu diinformasikan juga tentang manfaat obyek penelitian untuk responden .

4. Skenario penilaian WTP

Untuk menayakan kesediaan untuk membayar (WTP) responden perlu dirancang skenario penilaiannya. Pada penelitian ini digunakan skenario *Value Elicitation Question* dengan metode *Bidding Game Elicitation*.

5. Data Sosial Ekonomi

Untuk memperoleh gambaran karakteristik responden (seperti : nama, usia, jenis kelamin, status pernikahan, pendidikan terakhir, pekerjaan, penghasilan dan lain-lain).

Berdasarkan diskusi kelompok tersebut diperoleh kesimpulan bahwa keselamatan di jalan tol adalah sangat penting dan tidak ada satupun responden yang mau mati lebih awal karena kecelakaan fatal di jalan tol. Tetapi ketika para responden ditanyakan langsung kesediaannya untuk membayar dalam upaya peningkatan aspek keselamatan di jalan tol hampir seluruhnya menjawab tidak bersedia membayar dengan berbagai macam alasan yang dirangkum sebagai berikut:

1. Dengan tarif yang berlaku sekarang saja responden menilai penyelenggara jalan tol belum mampu memberikan pelayanan yang baik dan meningkatkan keselamatan.

2. Apabila biaya peningkatan keselamatan di jalan tol dibebankan lagi kepada masyarakat dalam bentuk kenaikan tarif tol atau pengenaan pajak/retribusi ke pemerintah responden berpendapat lebih tidak masuk akal lagi karena responden merasa sudah membayar tarif tol dan semestinya biaya tersebut menjadi tanggung jawab penuh penyelenggara jalan tol.

3. Sebagian besar responden berpendapat bahwa keselamatan memang penting tetapi mereka tidak mau memprioritaskan uangnya untuk dialokasikan ke sector keselamatan karena masih banyak kebutuhan lainnya yang lebih prioritas.

Yang menjadi point penting dalam permasalahan ini adalah bagaimana mendisain kuisisioner tentang WTP agar responden dapat menjawab secara jujur dan obyektif tentang nilai keselamatan karena seluruh responden sepakat bahwa keselamatan itu penting, hal ini artinya keselamatan memiliki nilai. Berdasarkan hasil diskusi diperoleh kesimpulan bahwa untuk memperoleh jawaban responden tentang nilai keselamatan perlu dilakukan strategi lain dalam mendisain pertanyaan dengan menggunakan *proxy* lain sebagai alternatifnya. Berbagai alternatif pertanyaan yang telah dicoba adalah sebagai berikut :

1. Dengan pertanyaan langsung, bentuk pertanyaannya adalah “ Apabila jumlah korban jiwa kecelakaan fatal di Ruas Tol Jagorawi dapat diturunkan hingga 50% dari rata-rata 20 orang meninggal dunia tiap tahunnya oleh penyelenggara jalan tol dengan upaya meningkatkan pelayanan dan menambah prasarana perlengkapan keselamatan jalan, bersedia kah saudara kalau tarif tol dinaikan 10 %?
2. Dengan menggunakan proxy pemeliharaan kendaraan, bentuk pertanyaannya adalah “ Apabila jumlah korban jiwa kecelakaan fatal di Ruas Tol Jagorawi dapat diturunkan hingga 50% dari rata-rata 20 orang meninggal dunia tiap tahunnya dengan upaya menjaga kelaikan kendaraan, bersedia kah saudara mengalokasikan dana Rp. 10.000.000 per tahun untuk perawatan kendaraan saudara agar selalu dalam keadaan laik jalan?
3. Dengan menggunakan proxy kesehatan, bentuk pertanyaannya adalah “ Apabila jumlah korban jiwa kecelakaan fatal di Ruas Tol Jagorawi dapat diturunkan hingga 50% dari rata-rata 20 orang meninggal dunia tiap tahunnya dengan upaya mengemudi dalam kondisi sehat, bersedia kah saudara mengalokasikan dana Rp. 10.000.000 per tahun untuk menjaga kesehatan saudara agar selalu dalam keadaan fit dalam berkendara?

Dari ketiga alternatif pertanyaan tersebut telah diujicobakan kepada 30 orang responden dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 1.** Tanggapan responden terhadap alternatif pertanyaan WTP

Alternatif	Proxy	Jumlah Tanggapan Responden		Keterangan
		Bersedia (orang)	Tidak Bersedia (orang)	
1	Langsung	2	28	Tidak Layak
2	Kendaraan	25	5	Layak
3	Kesehatan	25	5	Layak

Sumber : Hasil Ujicoba

### Gambaran Obyek Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh pengemudi kendaraan di Jalan Tol Jagorawi. Untuk studi pendahuluan di ambil 30 responden untuk di survey yang belum mewakili sampel dari populasi penelitian. Diasumsikan jumlah rata-rata korban meninggal akibat kecelakaan fatal lalu lintas di Ruas Jalan Tol Jagorawi per tahun mencapai 20 orang per 100.000 pengguna jalan tol.

### Hasil Pengolahan Data Penelitian

#### 1. Hasil Pengukuran WTP dengan proxy pemeliharaan kendaraan

Total nilai WTP responden adalah Rp. 101.000.000 dari 25 orang responden, dengan demikian nilai rata-rata WTP Responden adalah Rp. 4.040.000 per orang tahun. Nilai WTP terbesar dari responden adalah Rp. 10.000.000 dan nilai WTP terkecilnya adalah Rp. 500.000 dengan demikian nilai tengah dari WTP responden adalah RP. 5.250.000. Dari 25 orang responden yang diteliti hanya 3 orang (12 %) yang memiliki WTP diatas nilai tengah sedangkan yang lainnya 22 orang (88%) memiliki WTP dibawah nilai tengah. Kondisi ini untuk sementara bisa menggambarkan bahwa kemauan masyarakat untuk mengalokasikan dananya untuk peningkatan keselamatan lalu lintas di jalan tol masih rendah. Selanjutnya apabila diasumsikan pengguna jalan tol Jagorawi mencapai 100.000 orang per tahun yang masing-masing bersedia membayar Rp. 4.040.000 per tahun untuk pemeliharaan kendaraannya agar selalu laik jalan sehingga tingkat kecelakaan fatal di Tol Jagorawi bisa

menurun 50 % dari 20 korban jiwa menjadi 10 korban jiwa, maka nilai VRS dan VoSL adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sum \text{Rata 2 WTP} &= \text{Nilai rata 2 WTP} \times \text{Populasi} \\ &= \text{Rp. } 4.040.000 \times 100.000 \\ &= \text{Rp. } 404.000.000.000,- \\ \text{VoSl} &= \sum \text{Rata 2 WTP} : \text{Jumlah korban terselamatkan} \\ &= \text{Rp. } 404.000.000.000,- : 10 \\ &= \text{Rp. } 40.400.000.000,- \text{ per orang} \\ \text{VRS} &= \text{VoSl} \times \text{Jumlah korban terselamatkan} \\ &= \text{Rp. } 40.400.000.000,- \times 10 \\ &= \text{Rp. } 404.000.000.000,-\end{aligned}$$

## 2. Hasil Pengukuran WTP dengan proxy pemeliharaan kesehatan

Total nilai WTP responden adalah Rp. 19.300.000 dari 25 orang responden, dengan demikian nilai rata-rata WTP Responden adalah Rp. 772.000 per orang tahun. Nilai WTP terbesar dari responden adalah Rp. 2.500.000 dan nilai WTP terkecilnya adalah Rp. 100.000 dengan demikian nilai tengah dari WTP responden adalah Rp. 5.250.000. Dari 25 orang responden yang diteliti hanya 5 orang (25 %) yang memiliki WTP diatas nilai tengah sedangkan yang lainnya 20 orang (75%) memiliki WTP dibawah nilai tengah. Kondisi ini untuk sementara bisa menggambarkan bahwa kemauan masyarakat untuk mengalokasikan dananya untuk peningkatan keselamatan lalu lintas di jalan tol masih rendah. Selanjutnya apabila diasumsikan pengguna jalan tol Jagorawi mencapai 100.000 orang per tahun yang masing-masing bersedia membayar Rp. 772.000 per tahun untuk pemeliharaan kesehatannya agar selalu dalam keadaan sehat ketika mengemudi sehingga tingkat kecelakaan fatal di Tol Jagorawi bisa menurun 50 % dari 20 korban jiwa menjadi 10 korban jiwa, maka nilai VRS dan VoSL adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sum \text{Rata 2 WTP} &= \text{Nilai rata 2 WTP} \times \text{Populasi} \\ &= \text{Rp. } 772.000,- \times 100.000 \\ &= \text{Rp. } 77.200.000.000,- \\ \text{VoSl} &= \sum \text{Rata 2 WTP} : \text{Jumlah korban terselamatkan} \\ &= \text{Rp. } 77.200.000.000,- : 10 \\ &= \text{Rp. } 7.720.000.000,- \text{ per orang} \\ \text{VRS} &= \text{VoSl} \times \text{Jumlah korban terselamatkan} \\ &= \text{Rp. } 7.720.000.000,- \times 10 \\ &= \text{Rp. } 77.200.000.000,-\end{aligned}$$

## **KESIMPULAN**

1. Keselamatan transportasi jalan adalah barang non pasar/non marketed goods yang sifatnya non tradable/ tidak diperjualbelikan dan salah satu metode untuk memprediksi nilainya adalah dengan menanyakan langsung kepada masyarakat

preferensinya/kemauannya untuk membayar/ *willingness to pay* ( WTP ) dalam rangka peningkatan aspek keselamatan. Permasalahannya untuk menanyakan langsung kepada masyarakat preferensinya/kemauannya untuk membayar/ *willingness to pay* ( WTP ) dalam rangka peningkatan aspek keselamatan tidak mudah sering kali terjadi penolakan jawaban dari responden oleh karena itu untuk memperoleh jawaban yang obyektif dari responden, bentuk pertanyaan WTP perlu dikaitkan dengan proxy lainnya, yaitu pemeliharaan kendaraan dan pemeliharaan kesehatan

2. Pada sampel terbatas dan beberapa asumsi yang digunakan, Nilai VoSL dan VRS pengguna jalan tol dengan metoda WTP dengan pendekatan pemeliharaan kendaraan lebih besar dibandingkan dengan dengan pendekatan pemeliharaan kesehatan;
3. Perbedaan dari nilai tersebut dapat terjadi karena preferensi masyarakat terhadap berbagai jenis barang adalah berbeda.
4. Permasalahannya apakah metode pengukuran tersebut akan memperoleh hasil yang sama apabila digunakan kepada responden lain yang memiliki karakteristik yang sama dan apakah preferensi/kemauan untuk membayar tersebut mencerminkan perilaku responden sebenarnya ?
5. Jawabannya tidak dapat dipastikan bahwa metode yang sama digunakan kepada responden lain yang sejenis akan memperoleh hasil pengukuran yang sama dan tidak dapat dipastikan bahwa preferensi/kemauan untuk membayar mencerminkan perilaku responden sebenarnya oleh karena itu pada metode WTP hasilnya cenderung menimbulkan bias;
6. Untuk dapat dapat mengurangi bias pada pengukuran WTP perlu dilakukan kajian yang lebih dalam tentang perilaku responden terhadap keselamatan dari sisi psikologis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Arif, M., Nur Rianto, MSi & Dr. Amalia Euis, 2010. *Teori Mikro Ekonomi*, Kencana
- Andersson, H., 2005. *The value of safety as revealed in the Swedish car market: an application of the Hedonic pricing approach*. *Journal of Risk and Uncertainty*, 30(3), 211e239.
- Andersson, H., 2013. *Consistency in Preference for road safety : An Analysis of precautionary and stated behavior*.
- Atkinson, S. E., & Halvorsen, R., 1990. *The valuation of risks to life: evidence from the market for automobiles*. *Review of Economics and Statistics*, 72(1), 133e136
- Blomquist, G. C. (1979). *Value of life saving: implications of consumption activity*. *Journal of Political Economy*, 87(3), 540e558.
- David Pearce, & Ece Ozdemiroglu et al., 2002. *Economic Valuation with Stated Preference techniques*, departement for transport, local government and region, London.
- Drèze, J. H., 1962. *L'Utilité Sociale d'une Vie Humaine*. *Revue Française de Reserche Opérationnelle*, 6, 93e118.
- Indonesia Infrastructure Initiative (Indii)-Ausaid – Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 2010. *Mewujudkan jalan berkeselamatan di Indonesia*.
- Jones Lee, M. W., 1990. *The Value of Transport Safety*, Oxford University Press and The Oxford Review of Economic Policy Limited.

- Jones-Lee, M. W., 1974. *The value of changes in the probability of death or injury*. Journal of Political Economy, 82(4), 835e849.
- Keeler, E. B., 2001. *The value of remaining lifetime is close to estimated values of life*. Journal of Health Economics, 20(1), 141e143.
- Maier, G., Gerking, S., & Weiss, P., 1989. *The Economics of Traffic Accidents on Austrian Roads: Risk Lovers or Policy Deficit*, Mimeo, Wirtschaftsuniversitat, Viena.
- Marin, A., & Psacharopolous, G., 1982. *The Reward for Risk in The Labor Market : Evidence from UK and Reconciliation with Oher Studies*, Journal of Political Economy, 90 : 827-53.
- Max, W., Sung, H.-Y., Rice, D. P., & Michel, M., 2004. *Valuing human life: Estimating the present value of lifetime earnings, 2000*. San Francisco, Mimeo: University of California.
- Mishan, E. J., 1971. *Evaluation of life and limb: a theoretical approach*. Journal of Political Economy , 79(4).687-705.
- Mishan, E. J.,1982. *Cost-benefit analysis (3rd ed.)*. London, UK: George Allen & Unwin.
- Persson, U., 1989. *The Value of Risk Reduction : Results of a Swedish Sample Survey*, Mimeo, The Swedish Institute of Health Economics; Political Economy, 79(4), 687e705.
- Schelling, T. C., (1968). *The life you save may be your own*. In S. B. Chase (Ed.), Problems in public expenditure analysis (pp. 127e162).Washington, D.C., US: The Brookings Institution.
- Wim Wijnen, Paul Wesemann, Arianne De Blaeij, 2009. *Valuation Of Road Safety Effects In Cost–Benefit Analysis*, Elsevier.

## MENGAMATI KESELAMATAN PENUMPANG ANGKUTAN SUNGAI DAN DANAU

**Budi Hartanto Susilo**

Professor on Civil Engineering  
Maranatha Christian University  
Jl. Suria Sumantri 65, Bandung 40164  
Email: [budiharsus@yahoo.com](mailto:budiharsus@yahoo.com)

**Petrus Teguh Esha**

Engineering Staff  
Harandass Consultant  
Jl. dr. Slamet No.11 Bandung 40131  
Email: [esha\\_stuff@yahoo.com](mailto:esha_stuff@yahoo.com)

### Abstrak

Tingkat kecelakaan angkutan sungai dan danau di Indonesia saat ini masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kelaikan angkutan yang di gunakan dan faktor manusia yang seringkali mengabaikan standar keselamatan yang ada. Selain itu sosialisasi dalam kesadaran berkeselamatan dalam transportasi sangat minim adanya yang berakibat kelalaian terhadap pengguna angkutan sungai dan darat. Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, ternyata tiap wilayah telah mempunyai Perda dan peraturan lokal untuk menanggulangi bahaya kecelakaan angkutan sungai dan danau dengan istilah teknik yang berbeda, kedalaman dan keluasan peraturan termasuk perizinan yang berbeda pula. Di sisi yang lain mempunyai orientasi yang sama bahwa dalam hal perizinan angkutan sungai dan danau (ASD) merupakan PAD (Pendapatan Asli Daerah) sehingga ketegasan dalam penerapan keselamatan ASD menjadi lemah, seperti penggunaan baju pelampung, alat navigasi, dan lain-lain.

**Kata kunci:** keselamatan, ASD, manajemen, SDM, penanganan.

### Abstract

Accident rate of the rivers and lakes transport in Indonesia is still quite high. This is due to lack of transportation eligibility level. The human factors that often ignores existing safety standards. Additionally socialization in safety awareness was minimum in the absence of transport resulting in omission of the rivers and lakes transport user. From the observations in the province of North Sumatra, South Sumatra, South Kalimantan, and Bali, every region has turned out to have local legislation and regulations to cope with a hazard transport streams and lakes with different technical terms, the depth and breadth of regulations including licensing different. On the other hand have the same orientation that permits transport in rivers and lakes (ASD) is a PAD (the original income) so that the rigor in the application of ASD to be weak safety, such as the use of life jackets, navigation tools, and others.

**Keywords:** safety, ASD, management, human resources, management.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Tingkat kecelakaan lalu lintas dan angkutan sungai dan danau di Indonesia saat ini masih cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kelaikan angkutan yang di gunakan dan faktor manusia yang seringkali mengabaikan standar keselamatan yang ada. Selain itu sosialisasi dalam kesadaran berkeselamatan dalam transportasi sangat minim adanya yang berakibat kelalaian terhadap pengguna angkutan sungai dan darat. Padahal kerugian akibat kecelakaan tersebut terkadang dirasakan teramat besar khususnya bagi para korban kecelakaan tersebut baik kerugian materi maupun kerugian jiwa.

Dengan semakin tingginya intensitas dan curah hujan, serta tingginya arus air mengakibatkan terganggunya aktivitas pelayaran kapal akibat cuaca buruk, perubahan arah angin, dan gelombang yang tinggi. Kondisi cuaca yang tidak memungkinkan, termasuk perubahan arah angin dapat menghambat aktivitas pelayaran dan mengganggu jadwal operasional kapal. Peningkatan resiko terjadinya kecelakaan kapal akan meningkat akibat kondisi cuaca, angin, gelombang air, dan curah hujan yang tidak bersahabat. Semakin

seringnya kasus kecelakaan kapal yang terjadi akhir-akhir ini merupakan salah satu bukti nyata bahwa perubahan iklim telah berdampak negatif terhadap sektor transportasi angkutan sungai dan danau (ASD) dan berakibat fatal.

## **PENGUMPULAN DATA**

### **Kebijakan**

Ada beberapa kebijakan yang mengatur tentang keselamatan angkutan sungai dan danau, antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran
2. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan di Perairan
3. Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2010 Tentang Kenavigasian
4. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 Tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, Dan Pemerintahan Daerah Kab/Kota

### **Data Kecelakaan Angkutan Sungai dan Danau**

Dari hasil kunjungan ke Dinas Perhubungan provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, hanya Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan yang memiliki data informasi kecelakaan angkutan sungai dan danau. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, telah cukup banyak terjadi kecelakaan angkutan sungai dan danau di provinsi Sumatera Selatan seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Data Kecelakaan Angkutan Sungai di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2008 – 2012

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012
Jumlah Kecelakaan	2.026	2.218	2.494	3.111	2.806
Meninggal Dunia	1.067	1.051	1.057	1.332	1.232
Luka Berat	1.312	1.470	1.536	1.676	1.716
Luka Ringan	1.363	1.725	2.146	2.481	2.111
Kerugian Materill (jutaan rupiah)	12.197	10.368	14.821	34.419	16.440

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan, 2012.

### **Fasilitas Alat-Alat Penyelamat**

Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan,



dan Bali, fasilitas alat-alat penyelamat seperti ban pelampung, baju pelampung, tali temali, dan sekoci tidak sepenuhnya tersedia di dalam kapal. Terlebih di Danau Batur, Bali, baju pelampung di berserakan begitu saja tidak digunakan (lihat Gambar1). Padahal di keempat provinsi tersebut sudah ada standar perlengkapan keselamatan kapal angkutan sungai dan danau, tetapi pemeriksaan perlengkapan keselamatan tersebut belum dilakukan secara maksimal.

**Gambar 1** Baju pelampung berserakan di pos petugas dermaga Danau Batur, Bali

### **Kelayakan Kapal**

Menurut informasi dari Dinas Perhubungan di masing-masing daerah, kapal angkutan sungai dan danau yang beroperasi sudah memenuhi standar kelaikan dan mengikuti prosedur serta manual uji berkala dan uji tipe. Akan tetapi tidak adanya standar yang mengatur masa layan kapal, sehingga kapal yang sudah berumur lama masih bisa beroperasi, tentunya hal ini sangat membahayakan penumpang.

### **Awak Kapal**

Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Selatan telah menetapkan/memberlakukan standar untuk awak kapal khususnya bagi juru mudi yaitu berupa STK (Surat Tanda Kecakapan) atau Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP)., seperti tampak pada Gambar 2. Meski sudah ada surat keterangan bagi juru mudi tersebut, kenyataannya masih ada juru mudi yang belum cukup umur. Hal ini tentunya membahayakan keselamatan penumpang kapal.

PEMERINTAH KOTA PALEMBANG  
**DINAS PERHUBUNGAN**  
Jalan Pangeran Sido Ing Lautan 35 Ilir Palembang Provinsi Sumatera Selatan  
Telepon : (0711) 441175 Faksimile : (0711) 442547 Kode Pos 30146  
E-mail : Dishub\_palembang@yahoo.co.id Website : www.dishub.palembang.go.id

Nomor : 551.31/ /Dishub/ 2013 Jenis : UMUM (NM)

**SURAT KETERANGAN KECAKAPAN KAPAL PEDALAMAN**

Kepala Dinas Perhubungan Kota Palembang bersama ini kami menerangkan bahwa seorang  
Bernama : M. ALWI  
Tempat tanggal / lahir : PALEMBANG 08 MEI 1987  
Alamat : Jl. P.S. Ing Kenayan . No 851. Rt/Rw. 18/06 Kelurahan Karang Anyar Palembang .

Diizinkan berlayar sebagai Nahkoda / Juru Mudi, Masinis / Juru Motor, **Motoris** di kapal pedalaman.  
Dengan motor kekuatan - yang hanya dipergunakan untuk berlayar di perairan pedalaman dan pelabuhan sungai.  
Surat keterangan kecakapan kapal pedalaman ini berlaku sampai dengan tanggal

**29 JULI 2018**

Pas photo

DIBERIKAN DI : PALEMBANG  
PADA TANGGAL : JULI 2013

A.n. WALIKOTA PALEMBANG  
KEPALA DINAS PERHUBUNGAN  
KOTA PALEMBANG

H. MASRIPIN HM.TOYIB, SE, MSI  
Pembina Utama Muda  
NIP. 19590213 198003 1 002

Gambar 2 Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP)

### Dermaga

Kondisi dermaga tentunya diperhatikan juga demi keselamatan penumpang. Kondisi dermaga yang rusak sangat membahayakan penumpang, seperti yang ada di Danau Batur, Bali (lihat Gambar 3.)



Gambar 3 Kondisi dermaga di Danau Batur, Bali

Dermaga lainnya di Bali, yaitu dermaga kayu di Desa Kedisan sudah kurang memadai untuk menaikkan dan menurunkan penumpang (lihat Gambar 4). Apalagi Dermaga Kedisan merupakan dermaga induk dan merupakan pintu gerbang menuju objek wisata Desa Trunyan (ke kuburan). Oleh karena itu perlu mendapatkan perhatian untuk diperbaiki seiring dengan penataan kawasan dermaga untuk menunjang objek kepariwisataan. Begitu juga dengan dermaga beton yang ada di Desa Trunyan kondisinya saat ini dengan pasangannya air danau sudah berada di bawah permukaan air sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (lihat Gambar 5).



**Gambar 4** Dermaga Kayu di Desa Kedisan



**Gambar 5** Dermaga Beton di Desa Trunyan

Selain itu, dermaga beton yang berada di kuburan Desa Trunyan kondisinya sama dengan yang ada di Desa Trunyan (lihat Gambar 6). Begitu pula dengan kondisi dermaga kayu yang berada di kuburan Desa Trunyan sudah tidak dapat dipergunakan lagi karena sudah rusak berat (lihat Gambar 7). Hal ini perlu mendapat perhatian untuk perbaikan mengingat dermaga kayu yang berada di depan kuburan Desa Trunyan selain untuk fasilitas pariwisata, dermaga ini dipergunakan oleh masyarakat Trunyan di saat ada upacara keagamaan (ngaben).



**Gambar 6** Dermaga Beton di Kuburan Desa Trunyan



**Gambar 7** Dermaga Kayu di Kuburan Desa Trunyan

Tidak hanya kondisi beberapa dermaga di kawasan Danau Batur yang rusak, tetapi masih ada bangunan lainnya yang kondisinya sudah kurang baik, seperti ruang tunggu Dermaga Kedisan yang sudah tidak representatif (lihat Gambar 8), serta kondisi pos jaga di Desa Trunyan yang sudah rusak berat (lihat Gambar 5.9).



**Gambar 8**Ruang Tunggu Dermaga Kedisan



**Gambar 9**Pos Jaga di Desa Trunyan

## **PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil survei dan pengumpulan data terkait angkutan sungai di Provinsi Sumatera Utara, dapat dianalisis secara aspek manajemen keselamatan, prasarana (sungai dan danau), sarana (kapal), SDM dan pengguna angkutan sungai dan danau, serta penanganan pasca kecelakaan, antara lain sebagai berikut:

### **Aspek Manajemen Keselamatan**

1. Kordinasi antar instansi terkait keselamatan ASD sudah ada, tetapi belum maksimal. Oleh karena itu perlu adanya suatu wadah/media (misalnya berupa forum) untuk mengatasi bersama antar instansi terkait keselamatan ASD.
2. Pedoman struktur organisasi dan tata kerja sudah ada. Oleh karena itu perlu dipertahankan, bila perlu ditingkatkan lagi.
3. Peraturan-peraturan setempat yang mendukung kinerja keselamatan sudah ada, dengan mengacu pada Peraturan Daerah setempat. Hal ini perlu direalisasikan secara bijak di lapangan.
4. Program keselamatan ASD seperti sosialisasi perambuan sudah ada, yaitu dilakukan pada operator-operator kapal. Bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
5. Klasifikasi/jenis data kecelakaan tidak ada. Perlu dipikirkan bersama, baik oleh pemerintah pusat maupun pemerintah daerah setempat untuk membentuk suatu organisasi guna pencatatan informasi/data kecelakaan yang terklasifikasi secara jelas.
6. Perizinan lokasi dan operasi rute berdasarkan trayek masing-masing kapal. Hal ini perlu ditingkatkan lagi.
7. Adanya peraturan/kebijakan kegiatan ASD setempat yang mengakomodir aspek keselamatan.
8. Kapal yang memiliki jadwal keberangkatan dan kedatangan dengan rute tetap sudah ada, dengan lintas pelayaran kapal adalah pergi-pulang (pp). Hal ini perlu dipertahankan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
9. Sejak adanya otonomi daerah dimana peralihan kewenangan ASD dari pemerintah pusat ke pemerintah daerah menyebabkan manajemen keselamatan ASD kurang terkordinasi secara maksimal. Hal ini perlu ditangani lebih serius oleh pemerintah daerah maupun pemerintah pusat.

### **Aspek Prasarana**

1. Dana keselamatan untuk penigkatan dan pemeliharaan prasarana ASD pemerintah sudah ada. Akan tetapi kenyataannya kondisi ASD yang ada masih memprihatinkan,

oleh karena itu dana keselamatana perlu ditingkatkan lagi demi lebih terjaminnya keselamatan penumpang ASD.

2. Pedoman penertiban dan penataan lingkungan sungai terkait keselamatan tidak ada. Oleh karena itu perlu dibuatnya suatu pedoman penertiban dan penataan lingkungan sungai terkait keselamatan oleh pemerintah pusat atau pemerintah daerah setempat.
3. Pengendalian fungsi alur sungai termasuk perambuan lalu lintas sungai masih kurang terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditingkatkan lagi melalui koordinasi antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah.
4. Pengendalian kegiatan tepi sungai masih kurang terpenuhi. Oleh karena itu perlu ditingkatkan lagi melalui koordinasi antar instansi terkait baik dari pemerintah pusat maupun pemerintah daerah.

#### **Aspek Sarana**

1. Perlengkapan keselamatan seperti pelampung sudah ada. Meskipun demikian perlu juga diperhatikan kondisi kelaikan perlengkapan keselamatan tersebut dan juga perlu disosialisasikan kepada penumpang ASD.
2. Standar kelaikan kapal meliputi kapasitas mesin terkait dengan klasifikasi dimensi kapal dalam prosedur sertifikasi kelaikan kapal dan mesin disesuaikan dengan keadaan badan kapalnya. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu ditingkatkan lagi.
3. Prosedur uji berkala dan uji tipe bagi kapal yang beroperasi sudah ada. Hal ini harus direalisasikan secara bijak di lapangan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.
4. Pemeriksaan terhadap kepatuhan pengoperasian kapal selalu diawasi dan diperiksa. Akan tetapi kenyataannya di lapangan masih kurang terlaksana. Oleh karena itu, bagi kapal yang melanggar harus ditindak dengan tegas.
5. Petugas Dishub melakukan pengawasan meliputi perlengkapan berlayar. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu ditingkatkan lagi.
6. Standar untuk masa layan kapal belum ada. Oleh karena itu perlu dibuatnya suatu standar legalitas yang mengatur masa layan kapal. Hal ini guna tetap terjaga kondisi kelaikan kapal.

#### **Aspek SDM dan Pengguna ASD**

1. Standar untuk awak kapal (juru mudi) sudah ada, yaitu berupa STK (Surat Tanda Kecakapan) atau Surat Keterangan Kecakapan Kapal Pedalaman (SKKKP). Meskipun demikian, perlu dilakukannya pemeriksaan oleh petugas kepada para awak kapal untuk memastikan bahwa awak kapal benar-benar profesional dalam mengoperasikan kapal.
2. Pemeriksaan kesehatan bagi awak kapal dalam bentuk diberi surat kesehatan kepada Pemda. Meskipun demikian perlu ditingkatkan lagi secara lebih intensif.
3. Pemeriksaan bagi penumpang yang melanggar peraturan selalu dilakukan kepada setiap penumpang. Hal ini harus benar-benar direalisasikan di lapangan dan tindakan yang tegas, bila perlu diberi sanksi bagi yang melanggar.

#### **Penanganan Pasca Kecelakaan ASD**

1. Pos gawat darurat maupun Standar Prosedur Operasional (SPO) kegawatdaruratan kecelakaan belum ada. Hal ini perlu dipikirkan serius oleh pemerintah pusat maupun daerah untuk menyediakan pos gawat darurat.
2. Santunan biaya pengobatan kepada korban kecelakaan ASD sudah ada, dari PT. Jasa Raharja. Hal ini harus dipertahankan dan bila perlu lebih ditingkatkan lagi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengamatan di provinsi Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Bali, ternyata tiap wilayah telah mempunyai Perda dan peraturan lokal untuk menanggulangi bahaya kecelakaan angkutan sungai dan danau dengan istilah teknik yang berbeda, kedalaman dan keluasaan peraturan termasuk perizinan yang berbeda pula. Di sisi yang lain mempunyai orientasi yang sama bahwa dalam hal perizinan angkutan sungai dan danau (ASD) merupakan PAD (Pendapatan Asli Daerah) sehingga ketegasan dalam penerapan keselamatan ASD menjadi lemah, seperti penggunaan baju pelampung, alat navigasi, dan lain-lain.

### Saran

1. Perlu dilakukannya sosialisasi tentang pentingnya keselamatan angkutan sungai dan danau, baik kepada awak kapal, penumpang kapal, maupun operator,
2. Untuk mendukung keselamatan angkutan sungai dan danau, perlu adanya Pedoman Umum Keselamatan Angkutan Sungai dan Danau sebagai pedoman bagi pemerintah untuk mengatasi masalah keselamatan di Indonesia terutama di daerah terpencil. Selain itu, penyusunan Pedoman Umum Keselamatan Angkutan Sungai dan Danau dilakukan dikarenakan belum adanya persamaan persepsi terhadap keselamatan di daerah serta penanganan masalah keselamatan tersebut masih dilakukan secara parsial dan belum terkoordinasi dengan baik sehingga masalah keselamatan tersebut belum dapat tertangani secara komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2012. *Bali Dalam Angka Tahun 2012*, Denpasar.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan. 2012. *Kalimantan Selatan Dalam Angka Tahun 2012*, Banjarmasin.
- Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Kota Banjarmasin. 2012. *Laporan Akhir: Inventarisasi, Evaluasi dan Pengembangan Dermaga*, Banjarmasin.
- Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Provinsi Sumatera Selatan. 2013. *Informasi Bidang Perhubungan Laut ASDP*, Palembang.
- Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informasi Provinsi Sumatera Utara. 2006. *Laporan Akhir: Survey Asal Tujuan Kapal di Kawasan Danau Toba (O/D Survey)*, Medan.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2009. *Perhubungan Darat Dalam Angka 2008*, Jakarta.
- Direktorat Keselamatan Transportasi Darat. 2013. *Laporan Akhir: Penyusunan Rencana Umum Keselamatan Angkutan Sungai Dan Danau*, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2007. *Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 Tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota*, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran*, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2010 Tentang Angkutan Di Perairan*, Jakarta.

*The 17<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, Jember University, 22-24August 2014*

Pemerintah Republik Indonesia.2010. *Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2010  
Tentang Kenavigasian*, Jakarta.

## EVALUASI PENERAPAN ZONA SELAMAT SEKOLAH PADA BEBERAPA FUNGSI JALAN DI YOGYAKARTA

**Benidiktus Susanto**

Dosen

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jalan Babarsari 44 Yogyakarta 55281

Telp: (0274) 487711

benis@mail.uajy.ac.i

**Jackrois Antros Sustrial Jon**

Alumni

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Atma Jaya

Yogyakarta

Jalan Babarsari 44 Yogyakarta

55281

Telp: (0274) 487711

### Abstract

School Safety Zones (ZoSS) which has been implemented in several schools in Yogyakarta are not functioning optimally. These facilities aim to reduce vehicle speed when crossing on this zone, so that the safety of the people who crossed on this zone will increase, especially for school children. In Indonesia, the roads are designed with different functions with different speed limit, so it is important to study the performance of these ZoSS facilities on the each road function. This study compares the speeds of vehicles in ZoSS on each road functions and characteristics of pedestrian when they cross the road. The results of this study showed that the speed of vehicles on each road functions are still above the expected maximum speed at ZoSS set by the Ministry of Transportation. The majority of pedestrian behavior in an unsafe condition.

**Keywords:** School Safety Zones (ZoSS), speed, pedestrian.

### Abstrak

Fasilitas Zona Selamat Sekolah (ZoSS) yang sudah diterapkan di beberapa sekolah di Yogyakarta dirasa belum dapat berfungsi secara optimal. Fasilitas ini bertujuan untuk menurunkan kecepatan kendaraan pada saat melintasi zona tersebut, sehingga keselamatan para penyeberang, terutama anak-anak sekolah, dapat semakin meningkat. Jalan dengan fungsi yang berbeda memang didesain untuk kecepatan yang berbeda pula. Penelitian ini membandingkan kecepatan-kecepatan kendaraan pada masing-masing fungsi jalan serta karakteristik penyeberang dan pengantarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan pada masing-masing fungsi jalan masih di atas kecepatan maksimum yang diharapkan pada ZoSS. Perilaku penyeberang dan pengantar sebagian besar masih dalam kondisi yang belum aman.

**Kata kunci:** Zona Selamat Sekolah (ZoSS), kecepatan, penyeberang

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, anak sekolah usia di bawah 14 tahun (usia Sekolah Dasar) seringkali belum mengerti aturan berlalu lintas dengan baik, sehingga anak usia ini sangat rentan terhadap kecelakaan (Kurniati T., dkk., 2010). Pelaksanaan Zona Selamat Sekolah (ZoSS) merupakan salah satu bentuk manajemen lalu lintas dalam rangka pemenuhan rasa aman dalam menyeberang jalan bagi pejalan kaki, terutama untuk anak usia sekolah dasar. Penerapannya adalah pada ruas jalan di area sekolah yang memiliki lalu lintas pejalan kaki khususnya anak sekolah yang cukup tinggi dan rentan terhadap kecelakaan lalu lintas.

Pelaksanaan Zona Selamat Sekolah mulai diujicobakan di 11 (sebelas) daerah di Indonesia, termasuk Daerah Istimewa Yogyakarta sesuai dengan Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006 tentang Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah di 11 (Sebelas) Kota di Pulau Jawa. Semenjak pelaksanaan uji coba tersebut, beberapa evaluasi terus dilakukan agar keselamatan para pejalan kaki khususnya di zona sekolah semakin meningkat. Penelitian yang dilakukan di beberapa kota menunjukkan bahwa penerapan Zona Selamat Sekolah dirasa belum efektif, karena belum

dapat menjamin keselamatan lalu lintas dan pengurangan kecepatan kendaraan seperti pada sasaran perencanaan ZoSS. Keberhasilan Zona Selamat Sekolah sangat ditentukan oleh perubahan kecepatan kendaraan saat melaju pada zona tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut, penerapan Zona Selamat Sekolah dilakukan dengan memberikan rambu-rambu dan marka jalan agar para pengemudi dapat mengurangi kecepatannya saat melintasi zona tersebut.

Perbedaan fungsi jalan akan mempengaruhi respon pengemudi terhadap rambu-rambu yang dipasang di jalan raya termasuk Zona Selamat Sekolah. Perbedaan ini diakibatkan kecepatan rata-rata yang berbeda pada ruas jalan dengan fungsi yang berbeda. Semakin tinggi fungsinya, maka kecepatan kendaraan rata-rata juga akan semakin tinggi, sehingga kemampuan (kecepatan) untuk melakukan respon terhadap perintah, petunjuk, maupun peringatan di jalan raya pastilah akan berbeda. Sementara itu, petunjuk pelaksanaan pemasangan Zona Selamat Sekolah tidak secara rinci membedakan metoda pemasangan rambu, marka maupun pelengkap jalan lainnya yang mendukung Zona Selamat Sekolah pada ruas jalan dengan fungsi yang berbeda.

Agar pelaksanaan Zona Selamat Sekolah dapat berjalan dengan baik, maka perlu dilengkapi dengan rambu, marka, maupun pelengkap jalan lainnya yang mendukung dan sesuai dengan kebutuhan. Untuk dapat mengetahui kebutuhan setiap lokasi berdasarkan fungsi jalan, maka perlu diketahui apakah ada perbedaan perilaku pengemudi dan penyeberang pada jalan dengan fungsi jalan yang berbeda.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Jumlah kecelakaan yang terjadi di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2013, pada tahun 2011 korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas mencapai 31.195 jiwa dari 108.696 kejadian.

Pejalan kaki merupakan salah satu yang paling rentan mengalami kematian akibat kecelakaan lalu lintas. Menurut Direktur Lalu Lintas Kepolisian Daerah Jawa Tengah, seperti yang ditulis pada berita di [antaranews.com](http://antaranews.com), data korban tewas akibat kecelakaan lalu lintas selama 2011 di Jawa Tengah yang mencapai 4.660 orang, 21 persen di antaranya merupakan pejalan kaki. Dibandingkan dengan kota-kota di negara maju, 21 persen merupakan nilai yang sangat tinggi. Rata-rata persentase jumlah pejalan kaki yang terlibat dalam kecelakaan lalu lintas hanya sekitar 5%.

Menurut AASHTO, 2004, karakteristik pejalan kaki setiap orang berbeda-beda. Pejalan kaki pada usia anak sekolah dasar, 6 sampai 12 tahun, masih sangat rentan terhadap keselamatan lalu lintas, terutama pada saat menyeberang jalan.

ZoSS (ZoSS) adalah zona untuk memberikan kesempatan bagi para pengguna lalu lintas atau pengemudi untuk mengurangi kecepatan kendaraan di area sekolah pada jam-jam sekolah. Rambu pembatasan kecepatan di marka jalan berwarna merah itu bertuliskan Zona Selamat Sekolah. Kecepatan yang rendah memberikan waktu reaksi yang lebih lama untuk mengantisipasi gerakan anak-anak yang spontan, tak terduga, dan beresiko menimbulkan kecelakaan sehingga tidak menimbulkan kecelakaan di area sekolah tersebut. Pejalan kaki yang tertabrak kendaraan pada kecepatan 60 km/jam hampir selalu berakhir dengan kematian. Sedangkan pada kecepatan 45 km/jam, sebanyak 60 % dari korban mengalami luka berat yang kemungkinan akan ditanggung sepanjang sisa hidupnya.

Dengan dasar itu maka dapat disimpulkan bahwa setiap kecelakaan pada kecepatan rendah akan menimbulkan resiko yang lebih rendah. (Dirjen Perhubungan Darat, 2007).

Wahyuni S., 2009, dalam penelitiannya di Pekanbaru menyatakan bahwa beberapa fasilitas ZoSS yang terpasang berbeda dengan pedoman yang disarankan, seperti rambu dan marka yang terpasang tidak terawat dengan beberapa rambu tertutup ranting pohon maupun papan reklame dan warna cat marka yang sudah mulai pudar. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya efektivitas dari ZoSS.

Sementara itu, Kurniati T., dkk., 2010, dalam penelitian di Kota Padang menyimpulkan bahwa setelah diterapkan ZoSS, siswa sekolah belum aman, kecuali dibantu petugas polisi.

Dari penelitian-penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa masih perlu banyak pembenahan agar pelaksanaan Zona Selamat Sekolah benar-benar mampu untuk meningkatkan keselamatan anak-anak sekolah.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat pada tahun 2009, dapat disimpulkan bahwa faktor penentu parameter tipe ZoSS yang paling signifikan adalah fungsi jalan. Hal ini berkaitan dengan kecepatan rencana jalan.

Faktor lain yang perlu mendapat perhatian adalah pemahaman rambu dan marka jalan yang terpasang pada ZoSS serta pemandu penyeberangan yang belum dibekali dengan pemahaman tentang ZoSS dan keselamatan lalu lintas jalan. Dalam evaluasi tersebut pula diperoleh data bahwa guru dan murid pada sekolah yang dipasang Zona Selamat Sekolah pun belum memahami tata cara penyeberangan yang baik (selamat). Temuan ini harus mendapat perhatian agar keselamatan para pejalan kaki (penyeberang) jalan dapat lebih ditingkatkan.

## LANDASAN TEORI

Kriteria yang dapat digunakan dalam memilih fasilitas penyeberangan pejalan kaki sebidang didasarkan pada formula empiris  $PV^2$  berdasarkan Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki pada Jalan Umum (DPU,1999). Nilai  $P$  dan  $V$  merupakan arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan dalam kurun waktu empat jam sibuk. Dari nilai  $PV^2$  direkomendasikan pemilihan jenis fasilitas penyeberangan pejalan kaki.

*Zebra cross* adalah tempat penyeberangan di jalan yang diperuntukkan bagi pejalan kaki yang akan menyeberang jalan, dinyatakan dengan marka jalan berbentuk garis membujur berwarna putih dan hitam yang tebal garisnya 300 mm dan dengan celah yang sama dan panjang sekurang-kurangnya 2.500 mm, menjelang *zebra cross* masih ditambah lagi dengan larangan parkir agar pejalan kaki yang akan menyeberang dapat terlihat oleh pengemudi kendaraan di jalan. Pejalan kaki yang berjalan di atas *zebra cross* mendapatkan prioritas terlebih dahulu.

*Pelican cross* merupakan fasilitas penyeberangan yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas. Biasanya dilengkapi dengan tombol untuk mengaktifkan lampu lalu lintas, bila tombol dipencet maka dalam beberapa saat kemudian lampu bagi pejalan kaki akan diaktifkan dan menjadi hijau bagi pejalan kaki, dan merah untuk lalu lintas kendaraan. Bila jalan cukup lebar, maka sebaiknya dilengkapi dengan pulau pelindung di tengah jalan/median jalan. Waktu hijau untuk pejalan kaki adalah minimum 7 detik untuk jalan selebar 12,5 m dan maksimum 40 detik. Apabila diperlukan maka pada tempat yang sangat

ramai pejalan kakinya waktu hijau bisa diperpanjang menjadi 60 detik, sedangkan durasi nyala lampu kuning untuk lintas kendaraannya disarankan 3 detik.

**Tabel 1.** Jenis Fasilitas Penyeberangan Berdasarkan  $PV^2$

$PV^2$	P	V	Rekomendasi
$>10^8$	50 – 1.100	300 – 500	Zebra
$>2 \times 10^8$	50 – 1.100	400 – 750	Zebra dengan lapak tunggu
$>10^8$	50 – 1.100	$>500$	Pelikan
$>10^8$	$>1.100$	$>300$	Pelikan
$>2 \times 10^8$	50 – 1100	$>750$	Pelikan dengan lapak tunggu
$>2 \times 10^8$	$>1.100$	$>400$	Pelikan dengan lapak tunggu

Sumber : DPU, 1999

Keterangan :

P = Arus lalu lintas penyeberangan pejalan kaki sepanjang 100 meter, dinyatakan dengan orang/jam;

V = Arus lalu lintas kendaraan dua arah per jam, dinyatakan kendaraan/jam

**Analisis Kecepatan Kendaraan pada ZoSS**

Menurut Dirjen Perhubungan Darat No: SK 3236/AJ 403/DRJD/2006 tentang Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah, analisis kecepatan dari data hasil survei dilakukan dengan uji statistik Z sebagai berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad Z_{hit} = \frac{x - 20}{\frac{Sd}{\sqrt{n}}} \qquad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- Sd : Standar Deviasi
- Z : nilai uji
- n : jumlah sampel
- xi : kecepatan
- $\bar{x}$  : rata-rata dari  $x_i$

Apabila nilai uji  $Z_{hit} >$  nilai uji  $Z_{tabel}$ , perilaku pejalan kaki di sekolah tersebut sudah selamat dengan tingkat kesalahan 5%. Apabila nilai uji  $Z_{hit} <$  nilai uji  $Z_{tabel}$ , perilaku pejalan kaki di sekolah tersebut belum selamat dengan tingkat kesalahan 5%.

**Analisis Karakteristik Pengantar**

Menurut Dirjen Perhubungan Darat No: SK 3236/AJ 403/DRJD/2006 tentang Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah, hal-hal yang harus diperhatikan untuk mengetahui karakteristik pengantar/penjemput meliputi :

1. posisi kendaraan pengantar,
2. lokasi berhenti, dan
3. keluar/turun, naik anak dari kendaraan.

Analisis data karakteristik pengantar dilakukan dengan rumus :

$$\bar{P} = \frac{\sum \text{kelompok}}{n} \qquad Z_{hit} = \frac{\bar{P}}{\sqrt{\bar{P} - (1 - \bar{P})}} \qquad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Skor = posisi kendaraan + lokasi berhenti + keluar/turun anak dari kendaraan

$\bar{P}$  = skor rerata

n = jumlah sampel

Z = nilai uji

Untuk tingkat kepercayaan 95%, maka akan didapat  $Z_{tabel} = 1,645$ . Nilai uji Z kemudian dibandingkan dengan nilai  $Z_{tabel}$ . Apabila nilai uji  $Z_{hit} >$  nilai uji  $Z_{tabel}$ , perilaku pejalan kaki di sekolah tersebut sudah selamat dengan tingkat kesalahan 5%. Apabila nilai uji  $Z_{hit} <$  nilai uji  $Z_{tabel}$ , perilaku pejalan kaki di sekolah tersebut belum selamat dengan tingkat kesalahan 5%.

### Analisis Karakteristik Penyeberang Jalan

Metode analisis karakteristik penyeberang jalan yang digunakan adalah sesuai dengan Surat Keputusan Dirjen Perhubungan Darat No: SK 3236/AJ 403/DRJD/2006 tentang Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah. Pada metode ini digunakan cara acak sederhana dengan waktu pengambilan saat masuk dan pulang sekolah. Jumlah sampel pada masing-masing sekolah adalah minimal 10% dari jumlah siswa di sekolah tersebut. Ada 4 (empat) kriteria atau 7 (tujuh) perilaku yang akan dinilai terhadap karakter siswa dalam menyeberang jalan, yaitu :

1. prosedur baku cara menyeberang/ 4T ( tunggu sejenak, tengok kanan, tengok kiri, tengok kanan lagi),
2. cara menyeberang (berjalan atau berdiri),
3. fasilitas yang digunakan ( dengan ZoSS atau tanpa fasilitas),
4. status penyeberang (mandiri atau tidak mandiri)

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada jam masuk dan pulang sekolah dan dilaksanakan pada bulan Mei 2013. Lokasi dipilih dibedakan atas tempat penyeberangan dengan fasilitas dan tanpa ZoSS untuk masing-masing fungsi jalan (jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan lokal).

Masing-masing lokasi penelitian mewakili ZoSS pada fungsi jalan yang berbeda, yaitu jalan arteri, kolektor, dan lokal. Untuk masing-masing lokasi dilakukan pengambilan data selama 4 (empat) hari dengan jam pengambilan disesuaikan dengan jam masuk sekolah dan pulang sekolah pada masing-masing lokasi. Hari yang dipilih untuk survei adalah: Senin, Rabu, Jumat, dan Sabtu.

**Tabel 2.** Daftar Lokasi Penelitian

No.	Lokasi	Jenis Fasilitas Penyeberangan	Alamat	Fungsi Jalan
1.	SD Kanisius Kalasan	ZoSS	Jalan Solo	Jalan arteri primer
2.	SD Negeri Sorogenen 1	Non ZoSS	Jalan Solo	Jalan arteri primer
3.	SD Negeri Percobaan 3	ZoSS	Jalan Kaliurang Km. 17	Jalan kolektor primer
4.	SMP Negeri 1 Pakem	Non ZoSS	Jalan Kaliurang Km. 17	Jalan kolektor primer
5.	SD Negeri Demakijo 1	ZoSS	Jalan Godean Km 5	Jalan lokal primer

6.	SD Negeri Samirono 1	Non ZoSS	Jalan Colombo	Jalan lokal primer
----	----------------------	----------	---------------	--------------------

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan melakukan pengumpulan langsung di lokasi yang menjadi obyek penelitian yang meliputi:

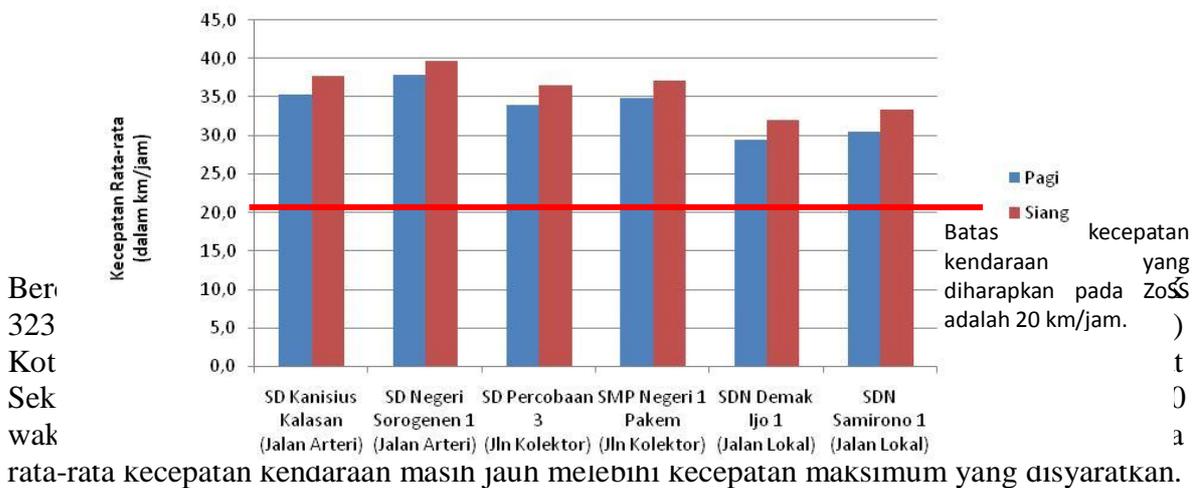
1. data perilaku penyeberang jalan,
2. data perilaku pengantar,
3. data kecepatan kendaraan, dan
4. data volume kendaraan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kecepatan rata-rata kendaraan pada masing-masing jalan dengan fungsi yang berbeda seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Sesuai dengan fungsinya, maka kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan arteri lebih besar daripada jalan kolektor dan lokal. Kecepatan yang berbeda ini akan menjadi salah satu dasar alasan untuk memberikan penanganan yang berbeda untuk setiap fungsi jalan.

Dari data penelitian juga nampak bahwa terjadi perubahan rata-rata kecepatan kendaraan pada pagi dan siang hari untuk masing-masing fungsi jalan. Perbedaan ini juga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam membuat kebijakan untuk mengoptimalkan fungsi jalan dan Zona Selamat Sekolah. Perbedaan ini kemungkinan juga disebabkan oleh hadirnya petugas dari kepolisian yang ikut membantu penyeberangan pada masing-masing sekolah setiap paginya.

Grafik Kecepatan Rata-Rata Kendaraan pada Setiap Fungsi Jalan



Ada beberapa kemungkinan yang menyebabkan terjadinya pelanggaran terhadap batas kecepatan ini yaitu:

1. pengendara tidak melihat rambu batas kecepatan,
2. pemasangan rambu batas kecepatan yang kurang tepat, sehingga menyebabkan pengendara tidak sempat mengurangi kecepatannya,
3. kesadaran pengemudi akan arti rambu-rambu pada ZoSS, dan
4. pengetahuan para pengemudi terhadap rambu-rambu ZoSS.

### Karakter Penyeberang

Analisis karakter penyeberang dilakukan dengan mencatat perilaku setiap penyeberang pada saat menyeberang jalan pada masing-masing fungsi jalan. Nilai karakter dibandingkan antara jalan dengan ZoSS dan jalan tanpa ZoSS. Hasil penelitian (seperti pada Tabel 3) menunjukkan bahwa perilaku penyeberang pada lokasi penelitian masih masuk dalam kategori “belum aman” untuk penyeberang pada semua fungsi jalan. Para penyeberang sebagian besar belum melaksanakan cara menyeberang jalan raya yang benar. Hal ini akan sangat berbahaya bagi keselamatan penyeberang terutama pada jalan raya dengan kecepatan lalu lintas yang tinggi.

Untuk meningkatkan keselamatan penyeberangan, terutama untuk anak-anak sekolah, perlu untuk dilakukan sosialisasi dan pelatihan cara menyeberang jalan yang benar, meskipun sudah ada petugas penyeberang pada setiap sekolah. Penggunaan pelican cross atau tempat penyeberangan dengan lampu lalu lintas juga dipandang perlu untuk mengantisipasi kurangnya pemahaman cara menyeberang yang “belum aman” ini.

**Tabel 3.** Hasil Uji Perhitungan Perilaku Penyeberang

Lokasi Penelitian	<i>P</i>	$Z_{hitung}$	$Z_{tabel}$	Keterangan	Kesimpulan	
<b>JALAN ARTERI</b>						
SD Kanisius Kalasan	23	0,96	1,65	$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	
SD Negeri Sorogenen 1	20	0,32		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	
<b>JALAN KOLEKTOR</b>						
SD Negeri Percobaan 3	12	-2,121		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	
SMP Negeri 1 Pakem	20	-0,0005		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	
<b>JALAN LOKAL</b>						
SD Negeri Demakijo 1	21	1,01		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	
SD Negeri Samirono 1	13	0,41		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman	

### Karakter Pengantar/Penjemput

Karakter pengantar dan penjemput menunjukkan perilaku “belum aman” pada hampir semua lokasi penelitian seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Hal ini perlu mendapat perhatian khusus, karena pengantar atau penjemput yang biasanya adalah orang tua mereka juga memiliki karakter yang “belum aman”. Orang tua akan menjadi guru yang paling utama (sebagai contoh) yang akan ditiru oleh anak-anak mereka. Sosialisasi perilaku aman dan selamat juga harus dilakukan pada kelompok ini.

**Tabel 4.** Hasil Uji Perhitungan Perilaku Pengantar

Lokasi Penelitian	<i>P</i>	$Z_{hitung}$	$Z_{tabel}$	Keterangan	Kesimpulan
<b>JALAN ARTERI</b>					
SD Kanisius Kalasan	27	2,363	1,65	$Z_{hit} > Z_{tabel}$	Sudah aman

SD Negeri Sorogenen 1	13	-2,05		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman
JALAN KOLEKTOR					
SD Negeri Percobaan 3	17	-0,333		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman
SMP Negeri 1 Pakem	15	-1,783		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman
JALAN LOKAL					
SD Negeri Demakijo 1	19	0,33		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman
SD Negeri Samirono 1	14	0,39		$Z_{hit} < Z_{tabel}$	Belum aman

### Analisis Fasilitas Penyeberangan

Hasil pada analisis ini diperlukan untuk menentukan atau memilih fasilitas penyeberang/pejalan kaki yang akan direkomendasikan pada tempat penelitian khususnya pada lokasi yang tidak memiliki fasilitas Zona Selamat Sekolah.

**Tabel 5.** Jumlah Pejalan Kaki dan Volume Lalu Lintas

Lokasi	Jenis Penyeberangan	Jumlah Pejalan Kaki (orang/jam)	Volume Lalu Lintas (smp/jam)
		<i>P</i>	<i>V</i>
SD Negeri Sorogenen 1	Non ZoSS	55	3.687
SMP Negeri 1 Pakem	Non ZoSS	52	1.917
SD Negeri Samirono 1	Non ZoSS	61	2.269

**Tabel 6.** Jenis Penyeberangan yang Disarankan

Lokasi	$P.V^2$	Jenis Penyeberangan yang Disarankan (sesuai dengan Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki Pada Jalan Umum)
SD Negeri Sorogenen 1	$7,477 \times 10^8$	Pelikan dengan lapak tunggu
SMP Negeri 1 Pakem	$1,911 \times 10^8$	Pelikan
SD Negeri Samirono 1	$3,14 \times 10^8$	Pelikan dengan lapak tunggu

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat direkomendasikan agar fasilitas penyeberangan untuk ketiga lokasi tersebut adalah berbentuk *pelican cross*. Hal ini diperkuat dari hasil analisis mengenai kecepatan rata-rata kendaraan, perilaku penyeberang, dan perilaku pengantar pada Zona Selamat Sekolah baik pada jalan arteri, jalan kolektor, maupun jalan lokal yang masih dalam kategori belum selamat/aman.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan perhitungan, maka dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Zona Selamat Sekolah belum berfungsi secara optimal, karena kecepatan kendaraan saat melintasi ZoSS masih melebihi batas kecepatan yang diharapkan,

2. perilaku penyeberang dan pengantar/penjemput masih tergolong sebagai suatu perilaku yang belum selamat/aman di lokasi penyeberangan,
3. untuk lokasi-lokasi yang belum berfasilitas ZoSS sebaiknya diberi fasilitas penyeberangan dengan sistem *pelican cross*.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway Transportation Official.2004. *Guide for the Planning Design and Operation of Pedestrian Facilities*. Washington, DC.: AASHTO.
- Anonim. 2006. Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK 3236/AJ 403/DRJD/2006 tentang Uji Coba Penerapan Zona Selamat Sekolah di 11 (Sebelas) Kota di Pulau Jawa. Jakarta.
- Anonim. 2009. Laporan Akhir Penyusunan Evaluasi Kinerja ZoSS dan Review Desain. Jakarta: PT. Nirwana Agung.
- Antaraneews.com. 2012. *Pejalan Kaki Banyak Tewas Kecelakaan Lalu Lintas*, <http://jogja.antaraneews.com/berita/298807/pejalan-kaki-banyak-tewas-kecelakaan-lalu-lintas>, diakses 10 Agustus 2013.
- Badan Pusat Statistik. 2013. [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&id\\_subyek=17&notab=14](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&id_subyek=17&notab=14), diakses 2 Agustus 2013.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1990. *Panduan Survai dan Perhitungan Waktu*. Jakarta: Penerbit Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Departemen Pekerjaan Umum.1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Penerbit Direktur Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum.1999. *Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki pad Jalan Umum*. No.032/T/BM/1999 Lampiran No.10 Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga No.76/KPTS/Db/1999 Tanggal 20 Desember 1999. Jakarta: PT. Mediatama Saptakarya.
- Dinas Perhubungan. 1997. *Menuju Tertib Lalu Lintas*. Jakarta: Penerbit Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Dirjen Perhubungan Darat 2007 *Perlindungan Anak pada Zona Selamat Sekolah (ZoSS) Melalui Info Hubdat Edisi Maret 2007*, pp. 11.
- Kurniati T., dkk. 2010. Evaluasi Penerapan Zona Selamat Sekolah di Kota Padang, *Jurnal Rekayasa Sipil Volume 6 No.2, Oktober 2010*.
- Kusmaryono, I., Rusgiyanto, F., dan Widjajanti, E. 2010. Persepsi Pengguna Fasilitas Zona Selamat Sekolah, *Jurnal Transportasi Vol. 10 No. 3 Desember 2010: 205-214*.
- Permana S. 2008. Evaluasi Efektivitas Zona Selamat Sekolah (ZoSS) di Yogyakarta, *Tugas Akhir Sarjana Strata 1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia*, pp 25-26.
- Setiawan W.. 2008. Evaluasi Tingkat Eektivitas ZoSS di Yogyakarta, *Tugas Akhir Sarjana Strata 1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, pp 13-18 & 28.
- SuwedaI Wayan. 2009. Pentingnya Pengembangan Zona Selamat Sekolah Demi Keselamatan Bersama di Jalan Raya, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Undayana Denpasar, Vol. 13, No, 1, pp 1-2*.

Wahyuni S. 2009. Analisis Efektivitas Zona Selamat Sekolah (ZoSS) di Sekolah Dasar Kota Pekanbaru, *Tugas Akhir Sarjana Strata 1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau*, pp 20-22.

## TATA GUNA LAHAN PANTAI DAN RESIKO LALU LINTAS PADA KAB. BATAENG SULAWESI SELATAN

**Shirly WUNAS**  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10  
Telp: (0411) 589706  
[shirly@indosat.net.id](mailto:shirly@indosat.net.id)

**Venny Veronica Natalia**  
Faculty of Engineering  
Hasanuddin University  
Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10  
Telp: (0411) 589706  
[veronica\\_natalia@ymail.com](mailto:veronica_natalia@ymail.com)

### Abstract

Cultivating seaweed grow strong along the coast of Bantaeng Regency, mainly in Tappanjeng, Palantikang Letta, Lembang and Lamala Thus production centers are growing with working group of fishermen community. Activities are growing stronger in the arterial roadside along the coast and also in set back line. The impact is the risk of traffic accidents, caused by the activities such as: rope seed and product carriage have to cross the arterial road. The purpose of this discussion is to analyse transport network and modes to seaweed activity. Datas obtained from interviews with seaweed Farmers/Fishermen who live along arterial roads. Also from Farmers/Fishermen who were drying seaweed production. The result showed arterial network capacity is still adequate in Bantaeng. Traffic volume is relatively low together with traffic accidents, although the accessibility of fishing is very strong on arterial road. In the future needs to arrange and develop river transport for seaweed farmer's residential also to accommodate seaweed seed binding and drying activity in some watersheds, namely Kaili, Biyangloe, and others.

**Keyword:** Arterial road, Traffic risk, Seaweed Cultivating

### Abstrak

Budidaya rumput laut berkembang kuat di sepanjang pesisir Kabupaten Bantaeng, utamanya di Kelurahan Tappanjeng (125ha), Palantikang (150ha), Letta (175ha), Lembang (200ha) dan Lamala (400ha). Sentra-sentra produksi rumput laut tersebut berkembang sesuai kelompok kerja dari komunitas nelayan. Kegiatannya berkembang kuat di bahu jalan arteri sepanjang pesisir dan di ruang sempadan pantai. Dampaknya adalah resiko kecelakaan lalu lintas akibat dari kegiatan angkutan tali benih, dan angkutan hasil produksi dengan cara dipikul 2 orang, menyeberangi jalan arteri. Tujuan pembahasan ini adalah analisis prasarana jalan arteri dan moda angkutan untuk kegiatan rumput laut. Data berasal dari hasil wawancara dengan Petani Nelayan rumput laut yang tinggal di sepanjang jalan arteri dan Petani Nelayan yang sedang menjemur hasil produksi rumput laut. Hasil analisis menunjukkan kapasitas jaringan jalan arteri masih sangat memadai di Kabupaten Bantaeng, volume lalu lintas relative rendah, sehingga saat ini masih rendah resiko kecelakaan lalu lintas, walaupun aksesibilitas nelayan sangat kuat pada jaringan jalan arteri tersebut. Namun pada masa datang dibutuhkan penataan dan pengembangan transportasi sungai untuk kegiatan hunian Petani Nelayan rumput laut dan kegiatan pengikatan benih dan penjemuran rumput laut pada beberapa DAS, yaitu Kaili, Biyangloe, dan lainnya.

**Kata Kunci:** Jalan Arteri, Resiko Kecelakaan, Budidaya Rumput Laut

## PENDAHULUAN

Saat ini pengembangan rumput laut semakin pesat di Indonesia, termasuk Kabupaten Bantaeng wilayah Sulawesi Selatan. Permasalahan yang timbul dalam proses pengeringan yang dilakukan di sepanjang pantai, *para para/* wadah pengeringan dibangun di sepanjang pantai (kasus Bantaeng, sepanjang 32 km), ±14 km dalam wilayah pusat Kota Bantaeng, rawan kecelakaan lalu lintas dan rawan gelombang dan angin laut (Gambar 1).



Gambar 1. Kondisi bahu jalan dan ruang sempadan pantai dipergunakan untuk kegiatan petani rumput laut di sepanjang pantai  $\pm 32$  km, rawan kecelakaan

Para Petani nelayan rumput laut mengembangkan perumahan dan melakukan kegiatan mengikat benih rumput laut, dan pengeringan rumput laut di sepanjang jalan tepi pantai, kawasan menjadi padat, kumuh, tidak tertata, kualitas lingkungan tidak layak huni dan rawan kecelakaan lalu lintas (Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi perumahan dan permukiman petani nelayan rumput laut yang berkembang di sepanjang jalan Arteri Kabupaten Bantaeng (2014)

Proses pengangkutan hasil produksi rumput laut dari perahu sampai ke lokasi perumahan dengan cara memikul yang dilakukan 2 orang adalah sangat rawan terhadap kecelakaan lalu lintas (Gambar 3). Utamanya Petani Nelayan rumput laut tersebut harus melintasi jalan arteri (SPM kecepatan 60km/jam).



Gambar 3. Kondisi kegiatan angkutan hasil produksi rumput laut yang berkembang di sepanjang pantai Kota Bantaeng (2014)

Beberapa masalah transportasi terhadap fungsi lahan pesisir tersebut perlu dibahas, karena perilaku dari Petani Nelayan rumput laut mempunyai keterkaitan kuat dengan pembangunan ekonomi, namun sangat rawan terhadap kecelakaan lalu lintas. Sesuai Abdul Kadir (2006) kendala dari pembangunan ekonomi terkait kuat dengan Infrastruktur transportasi, karena mobilitas orang dan barang tumbuh bersamaan dalam berbagai bidang ekonomi.

## KAJIAN TEORI

Guna lahan merupakan salah satu dari penentu utama pergerakan dan aktivitas. Perencanaan penggunaan lahan dan transportasi merupakan bagian dari proses perencanaan yang lebih luas dan berkelanjutan. Sesuai *Bruton, M.J (1985)* faktor-faktor yang mempengaruhi bangkitan perjalanan kedalam tiga golongan: 1) Pola dan intensitas tata guna lahan dan perkembangannya, 2) Karakteristik sosio-ekonomi dari populasi pelaku perjalanan, 3) Kondisi dan kapabilitas sistem transportasi yang tersedia dan skema pengembangannya.

Tamin, O.Z (2000:155), menjelaskan bahwa pada dasarnya orang bergerak setiap hari tentunya berbagai macam alasan dan tujuan seperti bekerja, belajar, belanja, hiburan dan rekreasi. Jarak perjalanan juga sangat beragam, dari perjalanan yang sangat panjang sampai ke perjalanan yang relatif pendek. Kapasitas jaringan transportasi harus dapat menampung pergerakan, jika terdapat pergerakan yang besar, tentu dibutuhkan pula sistem jaringan transportasi yang dapat menampung kebutuhan akan pergerakan tersebut.

Sesuai Undang-undang No. 22 Tahun 2009, jalan dikelompokkan ke dalam jaringan jalan primer dan jaringan jalan sekunder, sedangkan berdasarkan Sistranas 2012, berdasarkan fungsinya, jalan dikelompokkan kedalam **jalan arteri**, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

Persyaratan klasifikasi jalan menurut pedoman Nomor Pd T-18-2004-B dalam SPM Bidang Bina marga Edisi Januari 2009, fungsi jalan arteri primer harus memenuhi persyaratan kriteria sebagai berikut:

1. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/h.
2. Lebar badan jalan arteri primer paling rendah 11 m.
3. Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi secara efisien; jarak antar jalan masuk/akses langsung tidak boleh lebih pendek dari 500 m.
4. Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintasnya.
5. Jalan arteri primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
6. Besarnya volume lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih besar dari fungsi jalan yang lain.
7. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu, marka, lampu pengatur lalu lintas, lampu penerangan jalan dan lain-lain.
8. Jalur khusus seharusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
9. Jalan arteri primer seharusnya dilengkapi dengan median jalan.

### **Ciri-ciri Jalan Arteri Primer terdiri atas:**

1. Jalan arteri primer dalam kota merupakan terusan jalan arteri primer luar kota.
2. Jalan arteri primer melalui atau menuju kawasan primer.
3. Lalu lintas jarak jauh pada jalan arteri primer adalah lalu lintas regional; untuk itu, lalu lintas tersebut tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lokal, dari kegiatan lokal.
4. Kendaraan angkutan barang berat dan kendaraan umum bus dapat diijinkan melalui jalan ini.
5. Lokasi berhenti dan parkir pada badan jalan tidak diijinkan.
6. Jalan arteri primer dilengkapi dengan tempat istirahat pada setiap jarak 25 km

## METODE PENELITIAN



Gambar 4. Lokasi Kajian

Lokasi pembahasan dilakukan di Kabupaten Bantaeng, karena salah satu produksi ekonomi yang unggul adalah hasil produksi rumput laut. Kegiatan kenelayanan tersebut dilakukan di sepanjang jalan arteri yang terletak di pesisir, dengan tambahan perahu nelayan.

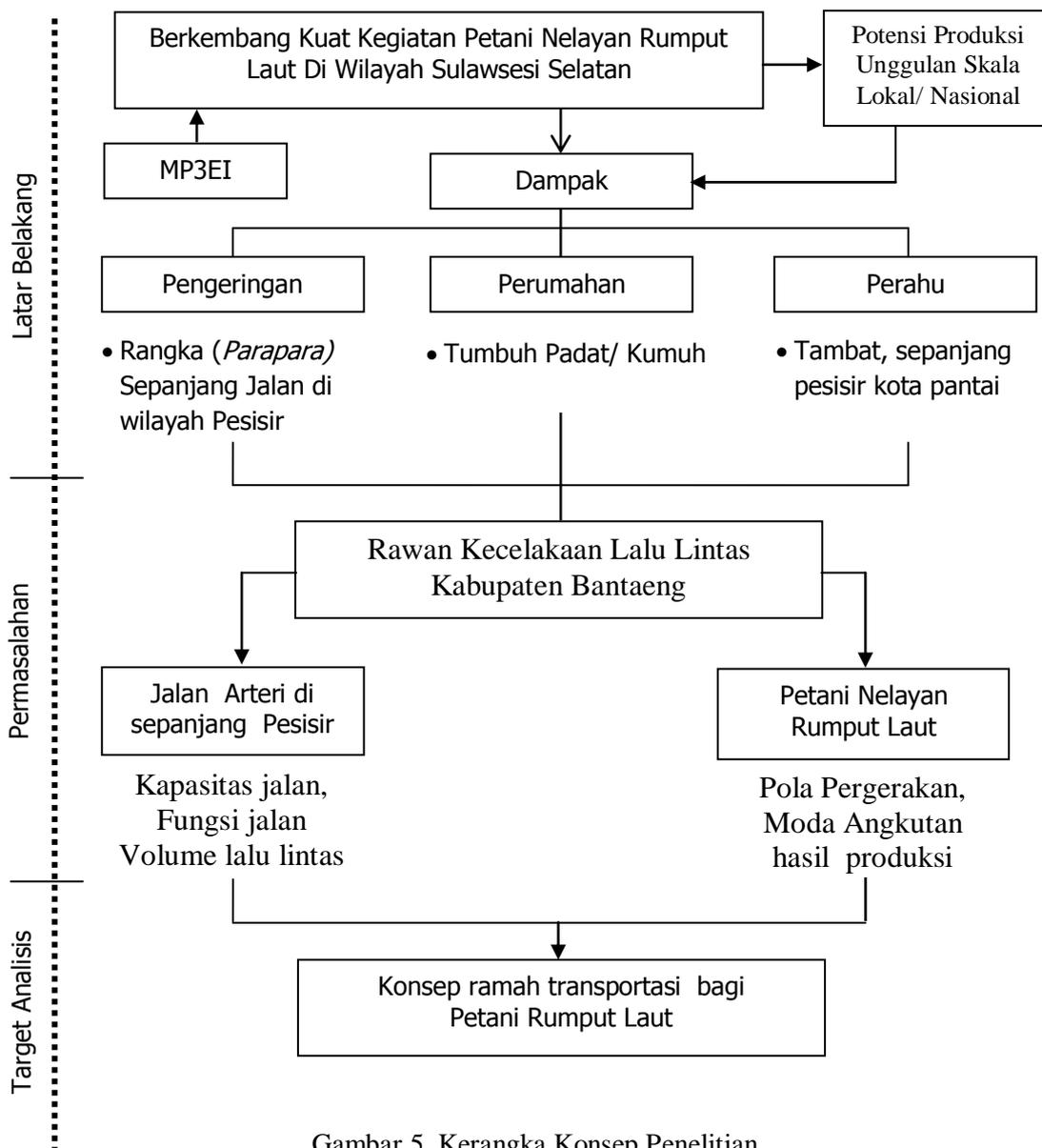
Kegiatan budidaya rumput laut berkembang kuat sepanjang pantai, pada lahan seluas 5.375 Ha, yang mendukung Usaha Ekonomi Produksi (UEP) dan Kelompok Usaha Besar (KUBE). Terdapat pada 3 Kecamatan di kawasan pesisir yaitu Kecamatan Pa'jukukang, Kecamatan Bantaeng, dan Kecamatan Bisappu.

Data yang dipergunakan dalam studi ini dilakukan dengan cara wawancara, observasi/ pengamatan dan dokumentasi.

1. **Data wawancara diperoleh dengan cara**, yaitu 1) tatap muka langsung dengan responden yang ditemui di rumah penduduk. Pewawancara mempergunakan daftar pertanyaan yang disusun dalam bentuk pertanyaan terbuka ataupun tertutup (pilihan jawaban), 2) tatap muka langsung dengan kelompok kerja petani/nelayan di lahan produksi dengan metode FGD.
2. **Data observasi**, diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan, utamanya pada lokasi sentra-sentra produksi yang mempunyai kegiatan rumput laut yang rawan terhadap kecelakaan lalu lintas. Data pencacahan lalu lintas dilakukan pada lokasi tertentu, utamanya pada lokasi yang mempunyai kegiatan rumput laut,

Populasi penelitian dalam studi ini dibedakan 2 kategori, yaitu 1) penduduk dalam kawasan perumahan Petani Nelayan rumput laut, dengan cara wawancara, dan penentuan responden adalah secara purposif/penunjukan langsung (*non probability sampling*), jumlah responden ditetapkan 60 rumah tangga. 2) petani/ nelayan/ pengumpul yang ditemui di lahan produksi atau di gudang atau di tempat penjemuran rumput laut dilakukan secara kelompok (FGD).

Analisis fungsi ruang lalu lintas (jalan arteri) dilakukan dengan metode komparasi terhadap NSPM, dan analisis pola pergerakan dan moda angkutan hasil produksi Petani Nelayan rumput laut dengan metode deskriptif kualitatif.



Gambar 5. Kerangka Konsep Penelitian

## PEMBAHASAN

Kabupaten Bantaeng merupakan kabupaten yang berada di wilayah pesisir sebelah Selatan Kota Makassar, dengan jarak  $\pm 123$  km dari Kota Makassar. Jumlah penduduk Kabupaten Bantaeng dalam 5 tahun terakhir (BPS 2012) tidak menunjukkan persentase pertumbuhan yang signifikan, rata-rata pertumbuhan 0,78%, angka tersebut lebih rendah dari rata-rata pertumbuhan penduduk wilayah Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu 1,02%. Jumlah anggota per rumah tangga rata-rata adalah 4 orang per rumah tangga.

Misi bidang ekonomi dari Kabupaten Bantaeng adalah kemandirian ekonomi masyarakat, khususnya **usaha ekonomi produksi** (UEP), dan **kelompok usaha bersama** (KUBE), serta kelompok usaha rumah tangga, yaitu melakukan usaha industri kecil dan menengah, serta memperoleh modal pengembangan usaha, melakukan rintisan dengan lembaga terkait.

Salah satu komoditi unggulan yang dapat menjadi kawasan perhatian investasi di wilayah Kabupaten Bantaeng adalah rumput laut, dan diharapkan prasarana dan pelayanan jaringan transportasi dapat turut mendukung pengembangan kemandirian ekonomi masyarakat yang merupakan salah satu misi bidang ekonomi Kabupaten Bantaeng.

Salah satu dari kawasan strategis untuk pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Bantaeng adalah Kawasan Minapolitan, mencakup Kecamatan Pajukukang, Kecamatan Bantaeng, dan Kecamatan Bisappu. Kawasan strategis tersebut merupakan kawasan pengembangan budi daya rumput laut dan pengembangan industri rumah tangga (sesuai RTRW Kabupaten Bantaeng 2012).

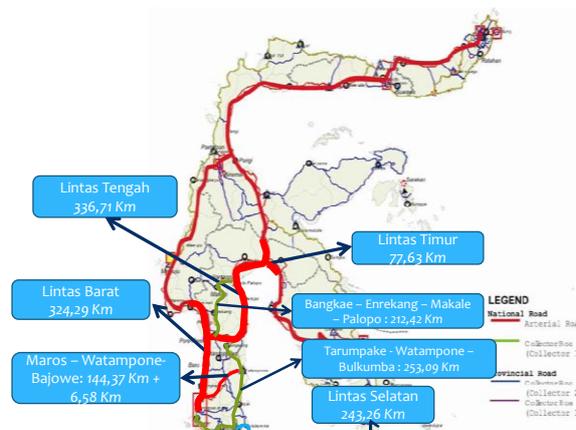
Budi daya rumput laut berkembang kuat di sepanjang pesisir, luas lahan produksi rumput laut dari salah satu kecamatan, contohnya Kecamatan Bantaeng adalah 1.050ha, terletak di sepanjang pesisir dari Kelurahan Tappanjeng(125ha), Palantikang (150ha), Letta (175ha), Lembang (200ha) dan Lamala (400ha). Sentra-sentra produksi rumput laut berkembang sesuai kelompok kerja dari komunitas nelayan.

Namun pengembangan ekonomi dari komunitas nelayan rumput laut tersebut menimbulkan masalah ruang publik yang berubah menjadi lahan penjemuran rumput laut dan tambatan perahu ( $\pm 230$  perahu petani rumput laut). Selain itu terdapat masalah pada jaringan jalan arteri di sepanjang pesisir dan moda angkutan produksi yang menjadi fokus pembahasan dalam makalah ini.

### Jaringan Jalan Arteri Sepanjang Pesisir Kabupaten Bantaeng

Prasarana jalan arteri di sepanjang Kabupaten Bantaeng melayani lalu lintas dan angkutan jalan untuk trayek angkutan barang, trayek angkutan antar provinsi (AKAP), trayek angkutan antar kota dalam provinsi (AKDP), dan trayek angkutan penumpang pedesaan. Rencana pengembangan jaringan pelayanan angkutan barang, akan dibedakan menjadi jaringan lintas angkutan barang peti kemas, dan jaringan lintas non peti kemas.

Kabupaten Bantaeng menjadi salah satu jalur lintas angkutan barang peti kemas untuk jangka menengah. Jalur lintasannya adalah: Makassar-Gowa-Takalar-Jeneponto-**Bantaeng**-Bulukumba-Sinjai-Bone-Palopo. Untuk jaringan lintas non peti kemas, mempergunakan seluruh jaringan jalan (jalan arteri, jalan kolektor dan jalan lokal) yang terdapat di Kabupaten Bantaeng. Sesuai Tatranas 2006, **Prasarana jalan Pulau Sulawesi adalah melintasi** Batas Sulteng-Tarengge-Masamba-Palopo-Tarumpakae-Sengkang-Watampone-Sinjai-Bulukumba-**Bantaeng**-Jeneponto-Makassar (Gambar 6).



Gambar 6. Peta Jaringan Jalan Kabupaten Bantaeng (RTRW Kab. Bantaeng, 2010)

Pertumbuhan kendaraan dalam 5 tahun terakhir (2012) rata-rata 0,96% per tahun di wilayah Kabupaten Bantaeng . Angka tersebut lebih rendah persentase pertumbuhannya jika dibandingkan dengan angka pertumbuhan kendaraan di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu sebesar 3,74%. Namun pertumbuhan kendaraan non formal meningkat sangat signifikan seperti pedati gerobak, delman/dokar, becak (PTN 2012 dan BPS Kabupaten Bantaeng, 2012). Kendaraan angkutan barang secara tradisional juga sangat mendukung kegiatan ekonomi penduduk masyarakat berpenghasilan rendah (MBR). Terdapat 68 unit pedati gerobak dan 838 unit becak, serta 53 unit delman dokar (Gambar 7).



Gambar 7. Kendaraan pedati gerobak sebagai moda angkutan barang bagi masyarakat berpenghasilan rendah

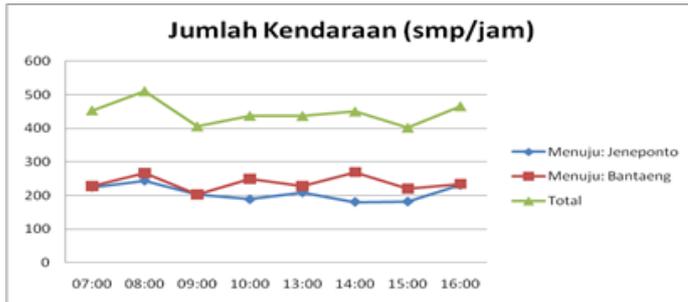
Panjang jaringan jalan yang terdapat di wilayah Kabupaten Bantaeng sudah sangat memadai, karena luas wilayah  $\pm 395,83\text{km}^2$  (39.583 ha), telah didukung dengan panjang jaringan jalan 560,59km, dengan indeks aksesibilitas adalah 1,4 (SPM  $>0,5$ ).

Bahu jaringan jalan arteri (Jalan Negara) sepanjang pesisir yang ada saat ini dipergunakan untuk kegiatan nelayan, baik sebagai ruang untuk penjemuran hasil produksi, untuk kegiatan pembibitan, ataupun untuk perbaikan perahu. Kondisi tersebut sangat rawan terhadap kecelakaan lalu lintas, karena jaringan jalan arteri (Jalan Negara) tersebut merupakan jalan penghubung antar provinsi, antar kabupaten dan antar kecamatan, dengan kecepatan kendaraan rata-rata  $>50\text{km/jam}$ , (Gambar 8).

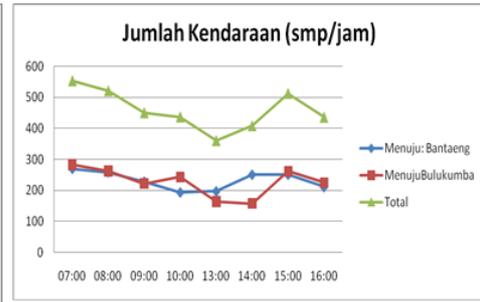


Gambar 8. Kondisi bahu dari jaringan jalan arteri di sepanjang pesisir Kabupaten Bantaeng

Berdasarkan hasil survei (2013), volume lalu lintas untuk ruas jalan arteri Bantaeng-Jeneponto, sebanyak 510 kendaraan per jam (smp/jam), didominasi sepeda motor (67,19%) dan mobil penumpang (16,55 %). Volume lalu lintas ruas Bantaeng-Bulukumba adalah 553 smp jam, didominasi 55,98% sepeda motor dan mobil penumpang sebesar 19,89% (Gambar 9 dan Gambar 10).



Gambar 9. Jumlah kendaraan ruas Bantaeng-Jeneponto

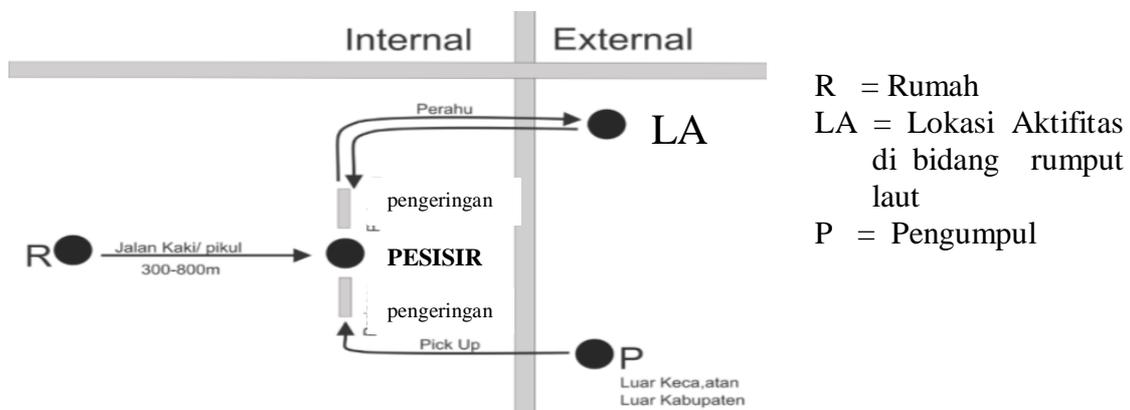


Gambar 10. Jumlah kendaraan ruas Bantaeng-Bulukumba

### Moda Angkutan Hasil Produksi Rumput Laut di Sepanjang Pesisir Kabupaten Bantaeng

Pola pergerakan penduduk dalam aktifitas ekonomi adalah sangat terkait dengan karakteristik dari penggunaan ruang dan lahan yang ada. Wilayah Kabupaten Bantaeng dibedakan 3 sistem zonasi, dan wilayah pesisir dikategorikan sebagai zona I, wilayah pesisir dengan peruntukan fungsi untuk pengembangan rumput laut, industry, wisata pantai, pasar percontohan, pusat kegiatan kota, pelabuhan, gudang, dan rumah sakit modern (Nurdin Abdullah, 2012). Sistem zonasi tersebut ditetapkan berdasarkan kondisi topografis dan geografis wilayah. Zona II adalah dataran rendah dan zona III adalah dataran tinggi.

Aktifitas petani rumput laut umumnya tidak jauh dari pesisir pantai, kondisi tersebut nampak pada kegiatan tambatan perahu terdapat di sepanjang pesisir pantai, dan penduduk mencapai lokasi pesisir dengan jalan kaki  $\pm 300-800$  meter. **Pergerakan penduduk** dalam aktifitas ekonomi tersebut umumnya dalam radius wilayah kecamatan, dicapai dengan jalan kaki atau mempergunakan sepeda motor. Kondisi tersebut belum berpengaruh terhadap kepadatan ruang lalu lintas. Namun permasalahan pola aktifitas tersebut adalah Petani rumput laut harus melakukan penyeberangan dengan berjalan kaki di jalan arteri untuk memikul tali ikatan benih atau memikul hasil produksi dari ruang pesisir ke lokasi pengeringan/rumah dan sebaliknya. Selain itu, mengangkut dengan sepeda motor, dokar, gerobak traktor yang memuat hasil dari timbangan produksi rumput laut yang kering ke pengumpul/ ke gudang (Gambar 11).



Gambar 11. Kasus pola aktifitas ekonomi dari petani

Kondisi tersebut rawan bencana kecelakaan, karena kecepatan kendaraan pada jalan arteri mencapai 60-80km/jam.



Gambar 12. Cara angkutan barang hasil produksi rumput laut untuk proses pengeringan dan proses angkutan ke Pengumpul/ gudang pengumpul

**Pengumpul** hasil produksi yang masuk dalam kecamatan umumnya dari luar kecamatan atau dari pusat kegiatan Kota Bantaeng (wilayah internal Kabupaten). Pembeli hasil produksi yang terdapat dalam zona wilayah pesisir dan zona wilayah dataran rendah, mempergunakan angkutan pete-pete atau jalan kaki. Kondisi ini juga belum berpengaruh banyak terhadap volume lalu lintas.

Kualitas dari benih rumput laut adalah baik jika terhindar dari angin. Oleh sebab itu sebagian besar Petani Nelayan rumput laut mengikat benih di kolong rumah panggung yang terletak di bahu jalan arteri. Permasalahan yang timbul adalah proses angkutan benih dengan cara memikul dan menyeberangi jalan untuk menuju ke pesisir.

Demikian juga dengan nilai harga dari rumput laut akan bernilai tinggi, terkait dengan penanganan pasca panen, tergantung pada proses angkutan dan proses pengeringan, karena rumput laut yang diambil keragiannya tidak boleh kotor dan terkena air tawar, penjemuran tidak boleh menumpuk, ideal <3 hari. Proses pengeringan sangat tergantung dari faktor sarana prasarana pengeringan dan metode yang dipergunakan. (<http://www.trobos.com>/ akses 20 Desember 2013).

## KESIMPULAN

Jaringan jalan Arteri di sepanjang pesisir Kabupaten Bantaeng adalah termasuk pada jalur strategis, yang melalui batas Sulteng-Tarengge-Masamba-Palopo-Tarumpakae-Sengkang-Watampone-Sinjai-**Bulukumba-Bantaeng-Jenepono**-Makassar. Kegiatan rumput laut berkembang sangat kuat di sepanjang pesisir yang didukung dengan jalur strategis, merupakan produksi unggulan nasional, dan merupakan Kawasan Perhatian Investasi (KPI) Lokal.

Kelemahan dari aktifitas rumput laut tersebut adalah masalah aksesibilitas, yaitu kegiatan angkutan pembenihan, angkutan hasil dari budi daya dan angkutan hasil yang siap jual harus melintasi jalan arteri. Saat ini kapasitas jalan arteri tersebut masih memadai, namun dibutuhkan sarana penyeberangan bagi petani rumput laut. Selain itu, dibutuhkan penataan dan pengembangan transportasi sungai untuk kegiatan hunian dan kegiatan pengikatan benih dan penjemuran rumput laut pada beberapa DAS, yaitu Kaili, Biyangloe, dan lainnya.

## **REFERENSI**

- Bruton. 1985. Introduction to Transportation Planning. Hutchinson Technical Education: London.
- Kadir, A. 2006. Transportasi: Peran dan Dampaknya dalam Pertumbuhan Ekonomi Nasional. Jurnal Perencanaan Pengembangan Wilayah, Volume 1 No.3
- Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Selatan tentang No. 9 tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan 2009-2029.
- Peraturan Presiden No. 32 Tahun 2011 tentang Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025. 2011. Jakarta.
- Studi Tinjau Ulang Tataran Transportasi Wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dalam Mendukung Percepatan Pembangunan Ekonomi di Koridor IV Sulawesi. 2012.
- Tamin, O.Z. 2000. Perencanaan dan Permodelan Transportasi. ITB. Bandung
- Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Klasifikasi Jalan. 2004. Jakarta.
- Undang-Undang RI No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. 2008. Jakarta.
- <http://www.trobos.com/> akses 20 Desember 2013 tentang Pengeringan Rumput Laut

## **BUS SEKOLAH: TINJAUAN LAYANAN DAN KESELAMATAN**

**Ellen S.W.Tangkudung**

Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kampus UI, Depok 16424

Telp: (021) 7862962

[ellen@eng.ui.ac.id](mailto:ellen@eng.ui.ac.id)

### **Abstract**

School transportation may be one alternative that can be applied to change the travel behavior of students who are not efficient is the use of vehicles with an occupancy level and a low level of safety as a personal four-wheeled vehicles and motorcycles, as well as improving public transportation services for students who do not have private vehicles. Free school bus services in Jakarta not reach all areas, but with the addition of the fleet doubled in the year 2013 and determination in accordance with the needs of the students, the number of students who use the school bus more and more at an average of 11,000 students per day. Guarantees timeliness arrived at school, access to adequate shelter, comfort, safety and security for the school bus in the results of the study into the effectiveness of the provision of the parameters of the school bus by the Jakarta administration. But still have improved the safety factor for the low parameter concerns the other riders on the existence of the school bus when raising and lowering the passenger at the stop.

### **Abstrak**

Angkutan sekolah dapat menjadi salah satu alternatif yang bisa diterapkan untuk mengubah perilaku perjalanan siswa yang tidak efisien yaitu penggunaan kendaraan dengan tingkat okupansi dan tingkat keselamatan yang rendah seperti kendaraan pribadi roda empat dan sepeda motor, sekaligus meningkatkan layanan transportasi publik bagi siswa yang tidak memiliki kendaraan pribadi. Layanan bus sekolah gratis di Jakarta belum menjangkau seluruh wilayah, namun dengan penambahan armada menjadi dua kali lipat di tahun 2013 dan penetapan rute sesuai dengan kebutuhan pelajar, maka jumlah pelajar yang menggunakan bus sekolah semakin banyak mencapai rata-rata 11.000 siswa per hari. Jaminan ketepatan waktu tiba di sekolah, akses menuju halte yang memadai, kenyamanan, keselamatan dan keamanan selama di dalam bus sekolah menjadi parameter hasil kajian efektivitas penyediaan bus sekolah oleh pemerintah DKI Jakarta. Tetapi faktor keselamatan masih harus ditingkatkan karena parameter rendahnya kepedulian pengendara lain terhadap keberadaan bus sekolah ketika menaikkan dan menurunkan penumpang di halte.

***Kata Kunci:** bus sekolah, pelajar, peningkatan layanan, keselamatan*

## **PENDAHULUAN**

Pada hampir semua kota di Indonesia, penggunaan angkutan umum menurun bahkan hampir hilang seiring dengan pertumbuhan kepemilikan kendaraan pribadi terutama sepeda motor. Kondisi ini harus diperbaiki karena ada sebagian masyarakat kota yang tetap memerlukan angkutan umum untuk kegiatan bertransportasi, baik untuk perjalanan kerja, sekolah maupun kegiatan sosial lainnya. Diantara mereka yang sangat membutuhkan angkutan umum adalah para pelajar atau anak-anak sekolah.

Angkutan sekolah adalah angkutan kelompok yang khusus diperuntukkan bagi perjalanan para pelajar atau siswa sekolah. Dalam hal ini, angkutan sekolah dapat menjadi salah satu alternatif yang bisa diterapkan untuk mengubah perilaku perjalanan siswa yang tidak efisien yaitu menggunakan kendaraan pribadi dengan tingkat okupansi dan keselamatan

yang rendah seperti kendaraan pribadi roda empat dan sepeda motor, sekaligus meningkatkan layanan transportasi publik bagi siswa yang tidak memiliki kendaraan pribadi. Di beberapa sekolah swasta, angkutan sekolah disediakan dengan cara mandiri oleh koperasi guru dan orang tua pelajar terutama ditingkat pendidikan dasar.

Kesediaan menggunakan angkutan sekolah serta pilihan moda angkutan yang paling disukai memiliki hubungan dengan karakteristik sosial ekonomi dan perjalanan siswa ditinjau dari ciri pelaku perjalanannya, ciri pola pergerakannya dan ciri sistem angkutan yang digunakan. Selain itu, pilihan para pelajar juga ditentukan oleh faktor-faktor yang dirasakan penting untuk dipertimbangkan sesuai dengan persepsi siswa terhadap atribut pelayanan moda yaitu (1) faktor keselamatan, (2) faktor efisiensi, (3) faktor keandalan, (4) faktor biaya, (5) faktor kemudahan pencapaian, dan (6) faktor kenyamanan.

### **Bus Sekolah**

Bus sekolah merupakan sarana transportasi yang disediakan pemerintah dengan tujuan sebagai sarana edukasi yang memberikan kemudahan, kelancaran dan kenyamanan bagi pelajar pengguna angkutan sekolah. Bus sekolah digunakan untuk mengangkut anak-anak sekolah antara rumah mereka ke sekolah apabila tempat tinggal mereka terlalu jauh untuk ditempuh dengan berjalan kaki. Di Amerika Serikat, bus sekolah biasanya memiliki warna khusus yaitu kuning dan dilengkapi dengan lampu peringatan lalu lintas serta perlengkapan pengaman lainnya yang digunakan ketika para pelajar naik atau turun dari bus. Di Jakarta warna bus sekolah sesuai dengan standar internasional yaitu kuning, dilengkapi dengan lampu tanda STOP berwarna merah di bagian belakang bus.

Keuntungan adanya Bus Sekolah (Hari Nugraha et all, 2012):

1. Memudahkan para pelajar untuk berangkat dan pulang sekolah dalam menuntut ilmunya
2. Memberikan rasa kenyamanan bagi para pelajar sekolah sehingga tidak terjadi tawuran atau pertikaian antar sekolah.
3. Mengurangi angka kecelakaan bagi para pelajar daripada menggunakan sepeda motor yang terbukti memberikan kontribusi angka kecelakaan yang tinggi
4. Mengurangi jumlah kendaraan pribadi. Hal ini tentu berkaitan juga dengan pengurangan polusi udara juga mengurangi kemacetan yang terjadi.
5. Pelajar dapat berinteraksi dengan teman-temannya. Dengan menggunakan bis sekolah sebagai sarana transportasi massal maka tidak akan ada perbedaan status antara pelajar yang satu dengan yang lainnya. Sebagian pelajar menggunakan mobil bus yang sama tanpa perlu merasa takut ataupun gengsi.
6. Lebih tepat waktu dan pelajar tidak memiliki alasan lagi untuk datang terlambat ke sekolah. Bagi pelajar yang naik bus sekolah diharapkan sudah siap sebelum dijemput sehingga pelajar juga akan belajar dalam menjalankan disiplin waktu
7. Melatih kemandirian. Dengan menaiki bus sekolah maka siswa dilatih untuk lebih mandiri, tidak mengandalkan pengasuh (*baby sitter*) ataupun sopir pribadinya untuk mengantarkan ke sekolah. Pelajar juga akan belajar untuk lebih bertanggung jawab terhadap dirinya sendiri

Bus Sekolah di kota-kota di Indonesia adalah pilihan bagi para pelajar yang disediakan oleh Pemerintah Provinsi/ Kabupaten/ Kota sebagai wujud nyata kepedulian terhadap perjalanan anak sekolah. Selain di kota Jakarta, bus sekolah juga sudah disediakan oleh beberapa Pemerintahan Daerah, sebagai contoh di Kabupaten Bangka Tengah, tepatnya di kota Koba dan sekitarnya. Di kota Koba, bus sekolah sebanyak 10 unit disediakan gratis oleh Pemerintah Daerah sebagai antisipasi kebutuhan angkutan umum akibat menurunnya kapasitas angkutan umum secara keseluruhan.



**Gambar 1.** Bus Sekolah di kota Koba, Kabupaten Bangka Tengah (2014)



**Gambar 2.** Bus Sekolah di DKI Jakarta (2012)

### **Data Operasional Bus Sekolah di Jakarta**

Bus sekolah di DKI Jakarta, merupakan Bantuan Langsung Pelayanan (BLP) untuk meringankan biaya pendidikan para pelajar. Oleh karena itu pengoperasian bus sekolah di kota Jakarta tidak dipungut biaya untuk semua pelajar SD sampai dengan SMA, dan tidak diperkenankan digunakan oleh siapapun kecuali pelajar. Pertama kali Bus sekolah ini diluncurkan oleh Gubernur DKI Jakarta Bapak Sutiyoso pada 19 Juli 2007. Dengan adanya bus sekolah, para pelajar diharapkan dapat lebih aman selain itu dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi baik mobil maupun sepeda motor yang pada akhirnya dapat mengurangi kemacetan lalu-lintas di Jakarta. Namun pada tahun 2008, pengoperasian bus sekolah sempat terhenti, namun akhirnya tahun 2009 dioperasikan kembali oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Adapun rute atau trayek perjalanan Bus Sekolah sering

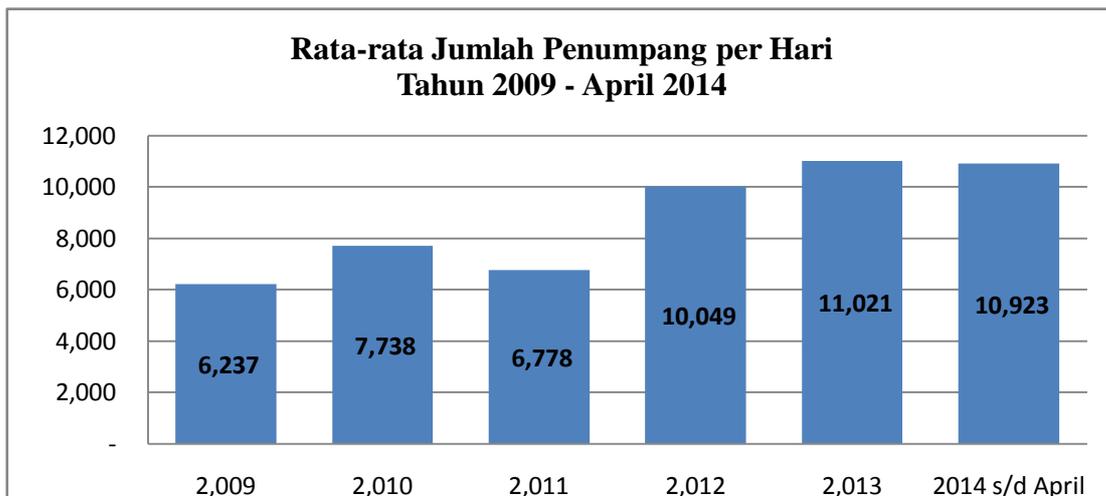
berganti-ganti karena penyesuaian dengan demand pelajar. Sejak awal selalu disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dimana terdapat kumpulan pelajar yang menantikan kedatangan kendaraan umum dan letak sekolah yang menjadi tujuan perjalanan pelajar.

**Tabel 1** Rute Angkutan Bus Sekolah DKI Jakarta Tahun 2014

Rute Reguler	Lap. Banteng - P. Gadung
	Plumpang - Kemayoran
	TMII - Gandaria
	Pondok Kopi - P. Gadung
	Kampung Melayu - TMII
	Pasar Minggu - Kebayoran
	Pasar Minggu - Lenteng Agung
	Pasar Minggu - Manggarai
	Cawang - Plumpang
	Cilincing - P. Gadung
	Blok M - Pakubuwono/Taman Puring - Ciledug
	Kp. Melayu - Matraman - Salemba - Lp. Banteng
Rute Zonasi	Rancho - Condet - Pinang Ranti
	Kampung Melayu - Rawa Mangun
	Kalideres - Kamal
	Kalideres - Semanan - Duri Kosambi
	Pulo Gadung - Cikini
	Cawang - Ragunan
	Rawamangun - Lapangan Banteng
	Kalideres - Gajah Mada

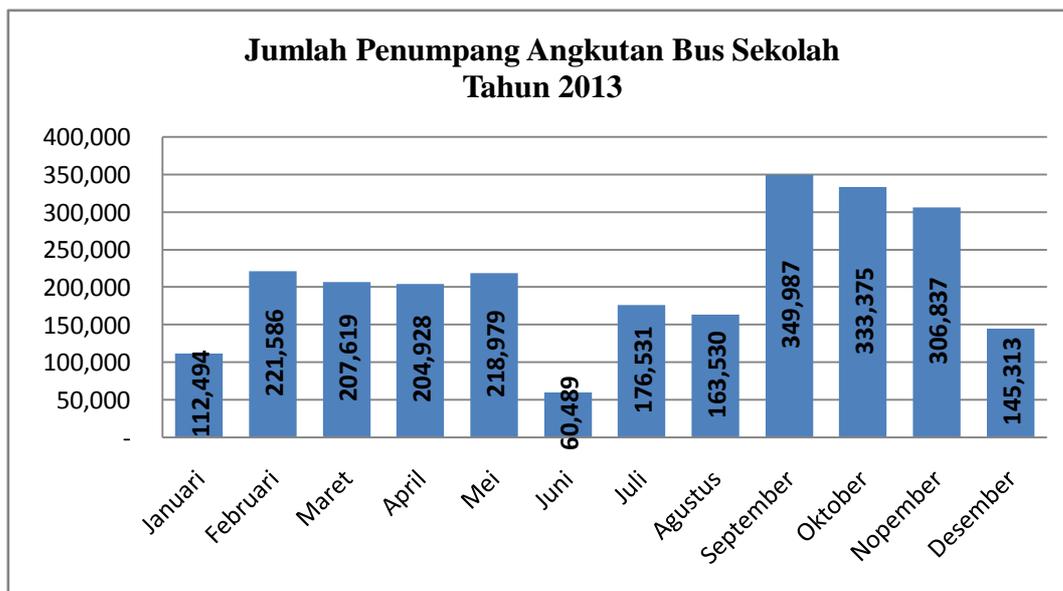
Sumber: Unit Pengelola Angkutan Sekolah, 2014

Dari Tabel 1 rute angkutan bus sekolah, tampak jelas bahwa layanan angkutan sekolah ini belum menjangkau seluruh wilayah DKI Jakarta. Jakarta Selatan dan Jakarta Timur mendominasi layanan Angkutan Sekolah saat ini. Dengan jumlah armada yang beroperasi sekitar 40 buah per hari dan bertambah menjadi 77 buah per hari sejak tahun 2103 (Tabel 2), maka rata-rata jumlah pelajar yang diangkut mengalami kenaikan *significant* (lihat Gambar 3 dan 5). Angka<sup>2</sup> statistik ini menjadi sangat menggembirakan karena ternyata layanan angkutan umum untuk pelajar sangat dibutuhkan oleh masyarakat.



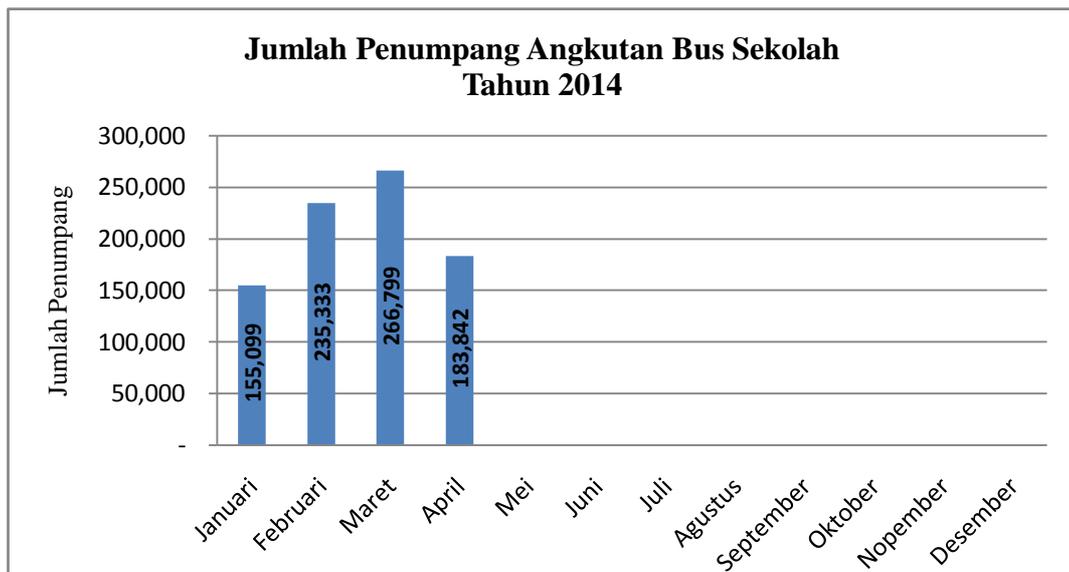
**Gambar 3.** Jumlah Penumpang Bus Sekolah Rata-rata per hari Tahun 2009 - 2014

Sumber Unit Pengelola Angkutan Sekolah, 2014



**Gambar 4.** Jumlah Penumpang Bus Sekolah Per Bulan Tahun 2013

Sumber Unit Pengelola Angkutan Sekolah, 2014



**Gambar 5.** Jumlah Penumpang Bus Sekolah Per Bulan Tahun 2014 s/d bulan April

Sumber Unit Pengelola Angkutan Sekolah, 2014

**Tabel 2** Perkembangan Jumlah Armada Bus Sekolah di DKI Jakarta

No.	Tahun	Armada		Total	Operasi	Cadangan
		Eksisting	Penambahan			
1	Desember 2006	34	-	34	30	4
2	2007	34	3	37	30	4
3	2008	37	-	-	-	-
4	2009	37	10	47	40	4
5	2010	47	-	47	40	4
6	2011	47	5	52	40	4
7	2012	52	30	82	44	4
8	2013	81 (51 Bus Sedang enam roda, 30 bus sedang empat roda)	23 (8 Bus Sedang enam Roda, 15 Bus Sedang empat roda)	81	77	4

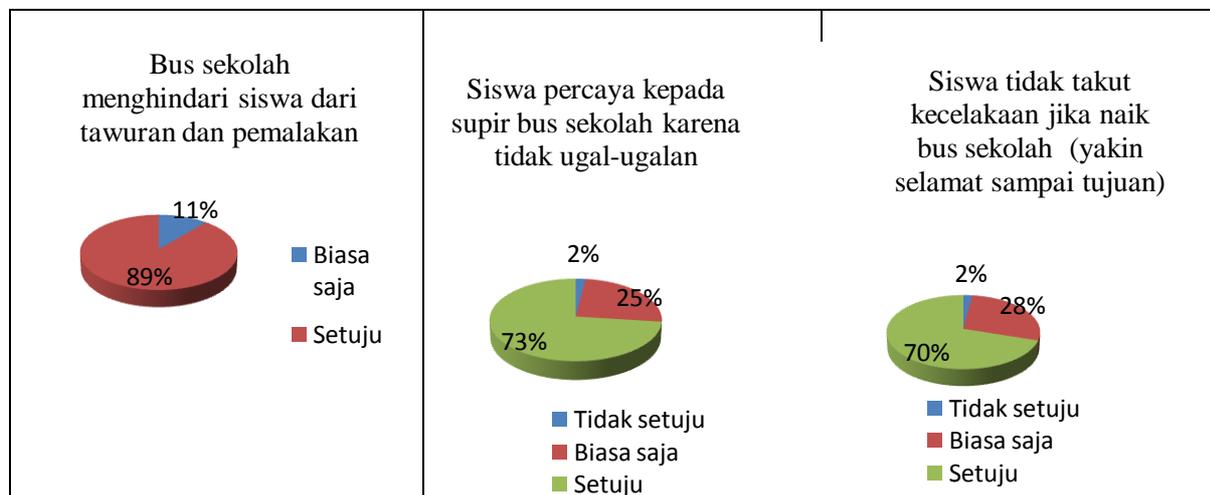
Sumber Unit Pengelola Angkutan Sekolah, 2014

## HASIL PENELITIAN

Dalam rangka mengetahui tingkat layanan dan penggunaan bus sekolah oleh para pelajar, maka dilakukan kajian terhadap penggunaan bus sekolah dan tingkat keselamatannya di DKI Jakarta ini. Metodologi yang digunakan adalah survey langsung dilapangan dan analisis dengan metoda penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah usaha untuk mendeskripsikan gejala, peristiwa atau kejadian yang terjadi pada saat penelitian.

Variabel kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh dari survey ini adalah sebagai berikut:

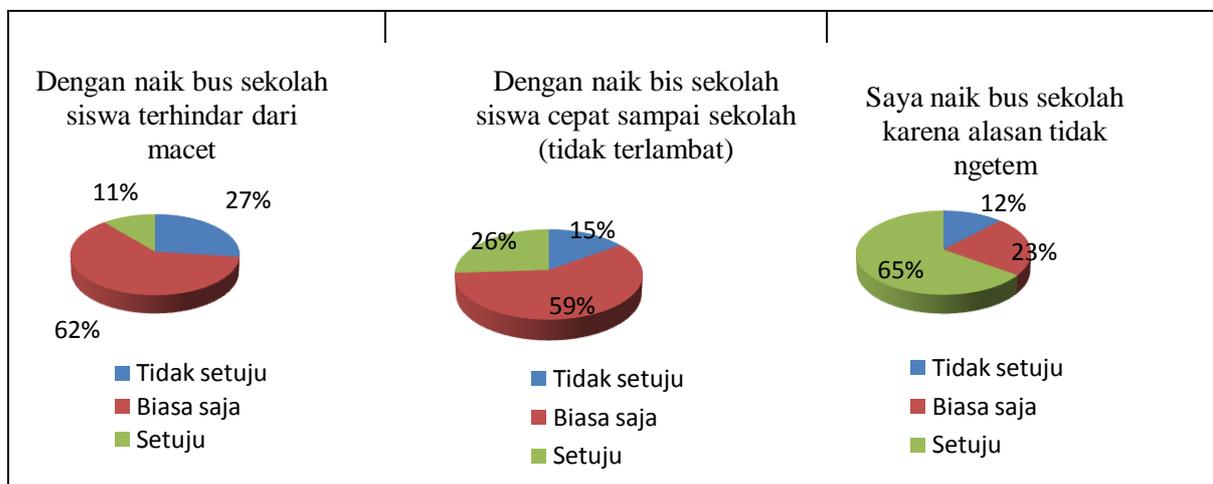
Keselamatan	Mengetahui pendapat mengenai keselamatan diri responden menggunakan bus sekolah
Aksesibilitas	Untuk mengetahui cara dan jauh atau dekat responden menuju bus sekolah
Kapasitas	Pendapat mengenai kapasitas bus sekolah
Cepat, lancar, teratur	Mengetahui pendapat responden mengenai kondisi diperjalanan dalam bis sekolah
Kehandalan	Untuk mengetahui kehandalan dari moda bus sekolah
Ketepatan waktu	Mengetahui pendapat responden mengenai ketepatan waktu datang dan sampai
Tertib dan aman	Mengetahui pendapat responden tentang kondisi didalam bus dan keamanan
Kenyamanan	Mengetahui pendapat mengenai kenyamanan didalam bus
Waktu perjalanan	Mengetahui lama perjalanan pelajar (dari rumah/sekolah) menuju bus sekolah/ halte bus sekolah
Jarak perjalanan	Mengetahui jarak perjalanan pelajar dari rumah menuju ke sekolah



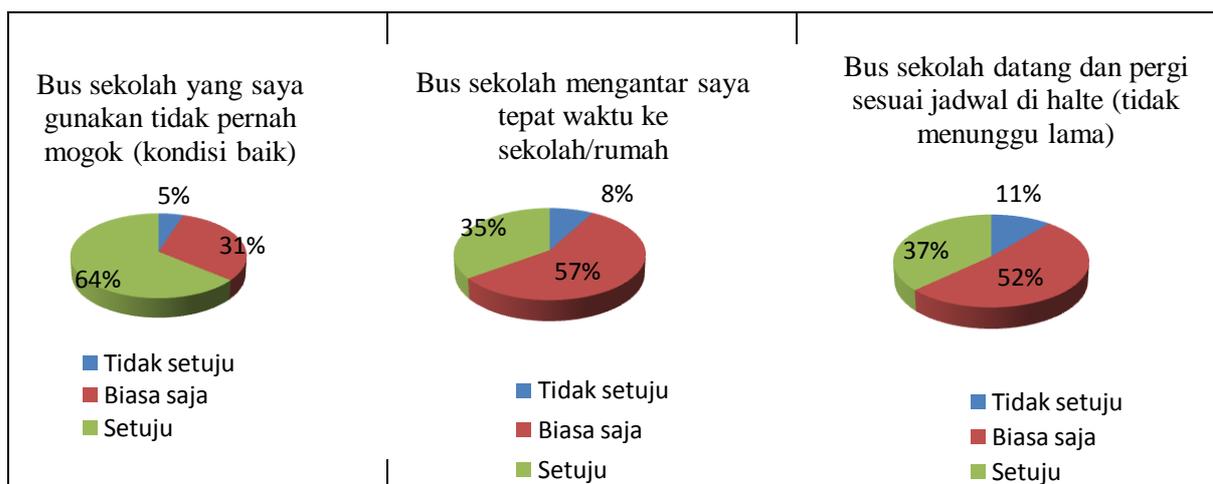
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 6a,b,c,d Hasil Survey wawancara (Hari Nugraha, 2012)

Penelitian ini juga mengkaji beberapa parameter yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan keselamatan bertransportasi bagi para pelajar. Adapun kajian deskriptif terhadap survey yang dilakukan di 2 (dua) rute bus sekolah tersebut, mencatat beberapa parameter keselamatan, yaitu:

1. Lokasi naik turun penumpang terkait dengan lokasi halte dan fasilitas pejalan kaki
2. Pintu bus sekolah yang harus selalu tertutup (Semua bus sekolah memiliki AC)
3. Ketersediaan peralatan keselamatan, yaitu palu pemecah kaca dan tabung pemadam kebakaran
4. Kecepatan bus rata-rata untuk rute Pasar Minggu – Lenteng Agung 28,54 km/jam dan rute Pondok Kopi - Lenteng 18,96 km/jam, dibawah kecepatan maksimum 40 km/jam
5. Perilaku pelajar saat di dalam bus: menjaga ketertiban bersama
6. Kepedulian pengendara lain terhadap keberadaan bus sekolah, kenyataan masih banyak sepeda motor yang tidak peduli dengan bus sekolah yang berhenti ketika menurunkan penumpang. (2004, *Pennsylvania's School Bus Stopping Law*)
7. Pembantu pengemudi yang seharusnya melindungi dan mengarahkan siswa selama naik dan turun bus sekolah, karena rendahnya disiplin lalu-lintas di jalan raya.
8. Lokasi halte khusus bus sekolah sudah baik karena tidak ada yang ditempatkan dekat dengan persimpangan, namun beberapa jarak antar halte yang terlalu jauh dan beberapa halte menggunakan halte bus umum.

## **KESIMPULAN**

1. Penambahan armada bus sekolah dan penyesuaian rute ternyata meningkatkan secara *significant* jumlah pelajar yang menggunakan bus sekolah di DKI Jakarta.
2. Bus Sekolah diyakini dapat meningkatkan keselamatan pelajar ketika berangkat dan kembali dari sekolah
3. Aksesibilitas pelajar yang menggunakan bus sekolah menjadi lebih baik, karena adanya halte khusus bus sekolah di beberapa lokasi dan fasilitas pejalan kaki yang memadai.
4. Kecepatan, kelancaran dan keteraturan bus sekolah meningkatkan kehandalan bus sekolah, sehingga perjalanan siswa dapat tepat waktu dan tidak terlambat masuk sekolah.
5. Parameter keselamatan yang masih perlu ditingkatkan adalah kepedulian pengendara lain terhadap keberadaan bus sekolah terutama ketika bus sekolah berhenti di halte dan menaikkan serta menurunkan penumpang.
1. Layanan bus sekolah dapat diterapkan di kota-kota lain dimana layanan angkutan umum sudah menurun, seperti contoh di kota Koba, kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Bangka Belitung.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Ibu Nurhayati Sinaga ST, MT selaku Kepala Unit Layanan Bus Sekolah, yang telah memberikan akses data seluas-luasnya dalam rangka penulisan makalah ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2004. Pennsylvania's School Bus Stopping Law. Pennsylvania
- Bancin, Vera Nola Sari, 2012. Audit Keselamatan Penggunaan Bus Sekolah di Jakarta. Makalah skripsi Departemen Teknik Sipil, FTUI
- Nugraha, Hari; Ellen SW Tangkudung, Martha L.Siregar. 2012. Kajian Efektivitas Pengoperasian Bus sekolah di Jakarta. Makalah skripsi Departemen Teknik Sipil, FTUI
- Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat. 2007. Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Sekolah.
- Unit Pengelola Angkutan Sekolah Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. 2014. Data Perkembangan Bus Sekolah di Jakarta.
- Unit Pengelola Angkutan Sekolah Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. 2014. Laporan Rekapitulasi Angkutan Sekolah.

## STUDENTS' PREFERENCES ON REDUCING ACCIDENT SEVERITY (CASE STUDY ITS-SURABAYA AND UNM-MAKASSAR)

**Hera Widyastuti**  
Dept. of Civil Eng. ITS Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo,  
Surabaya 60111  
Phone: 031-5946094  
[hera@ce.its.ac.id](mailto:hera@ce.its.ac.id)

**M. Jufry**  
Dept. of Psychology Universitas  
Negeri Makassar

**Ummatus Sholikhah**  
**Aldila Riana Prabawati**  
Post Graduate Student of  
Transportation Engineering and  
Management, Civil Engineering  
ITS  
Phone: 08121511525  
087852434541

**Istiar**  
Dept. of Civil Eng. ITS Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo,  
Surabaya 60111  
Phone: 031-5946094

**Wahju Herijanto**  
Dept. of Civil Eng. ITS Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo,  
Surabaya 60111  
Phone: 031-5946094

**Anak Agung Gde Kartika**  
Dept. of Civil Eng. ITS Surabaya  
Kampus ITS, Sukolilo,  
Surabaya 60111  
Phone: 031-5946094

### Abstract

Indonesia has one of the highest numbers of accidents within ASEAN country. Accident reduction program has been established namely National Public Safety Plan (RUNK) established by the government has not show a significant impact. Weak public transport in Indonesia caused the population to attempt to solve it by using personal vehicle. During the last decade, the motorcycle is the star of transport mode choice in almost all Indonesian regions, however, as the number of motorcycle on the highway increase, making the probability of motorcyclist accidents increased as well.

Based on the above conditions, the study has evaluated students' preferences on reducing accident severity as a result of an accident. Furthermore, the research will be conducted in Makassar and Surabaya. Using Binary Logit Analysis it can be inferred that the probability of respondents who are willing to reduce the serious severity in Surabaya is 78.63% whilst in Makasar 94,73%. Considering on reducing slight injury respondent in Surabaya who are willing to reducing the injury is 66,66%, while at Makasar is 93,37%.

**Keywords:** Accident Rate, Binary Logistik, Student's Preferences

### Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah kecelakaan tertinggi di ASEAN. Program penurunan kecelakaan yang telah ditetapkan dan dicanangkan pemerintah yang disebut Rencana Umum Nasional Keselamatan atau disingkat dengan RUNK belum menunjukkan jumlah penurunan yang signifikan. Lemahnya angkutan umum di Indonesia menyebabkan penduduk berupaya menyelesaikannya dengan menggunakan kendaraan pribadi. Hampir satu decade terakhir, sepeda motor adalah pilihan primadona moda transportasi di hampir seluruh wilayah Indonesia. Namun demikian seiring dengan meningkatnya jumlah sepeda motor yang beredar di jalan raya, menjadikan probabilitas terjadinya kecelakaan pengguna sepeda motor menjadi meningkat pula.

Berdasarkan kondisi diatas, maka pada studi ini akan melakukan analisa kesediaan pengguna kendaraan untuk membayar demi mengurangi tingkat keparahan kecelakaan. Berdasarkan analisis Logit Biner yang dilakukan, didapatkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkat luka berat Kota Surabaya yaitu sebesar 78,63% sedangkan untuk Kota Makasar sebesar 94,73%. Dalam hal kesediaan untuk menurunkan jumlah penderita luka ringan akibat kecelakaan, probabilitas kesediaan respondendi Kota Surabaya sebesar 66,6%, sedangkan responden Kota Makasar sebesar 93,37%.

**Kata Kunci:** Accident Rate, Binary Logistik, Kesediaan Mahasiswa

## **PENDAHULUAN**

Era globalisasi menuntut masyarakat memiliki mobilitas tinggi, disisi lain lemahnya angkutan umum di Indonesia mendorong masyarakat menggunakan moda pribadi sehingga mendorong tingginya kepadatan lalu lintas. Hal tersebut terjadi hampir di semua kota-kota besar termasuk Kota Makassar yang merupakan kawasan sentra perdagangan di Indonesia Timur serta Kota Surabaya yang merupakan kota metropolitan ke-2 di Indonesia. Hal tersebut menyebabkan sangat rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat mobilitas yang tinggi. Hampir satu dekade terakhir, sepeda motor merupakan pilihan primadona moda transportasi hampir di seluruh wilayah Indonesia. Namun seiring dengan meningkatnya jumlah sepeda motor yang beredar di jalan raya, menjadikan probabilitas terjadinya kecelakaan pengguna sepeda motor menjadi semakin meningkat. Di Indonesia, saat ini kecelakaan lalu lintas merupakan pembunuh kedua setelah penyakit TBC. Lebih buruk lagi, saat ini Indonesia menduduki posisi tertinggi jumlah kecelakaan lalu lintas di ASEAN.

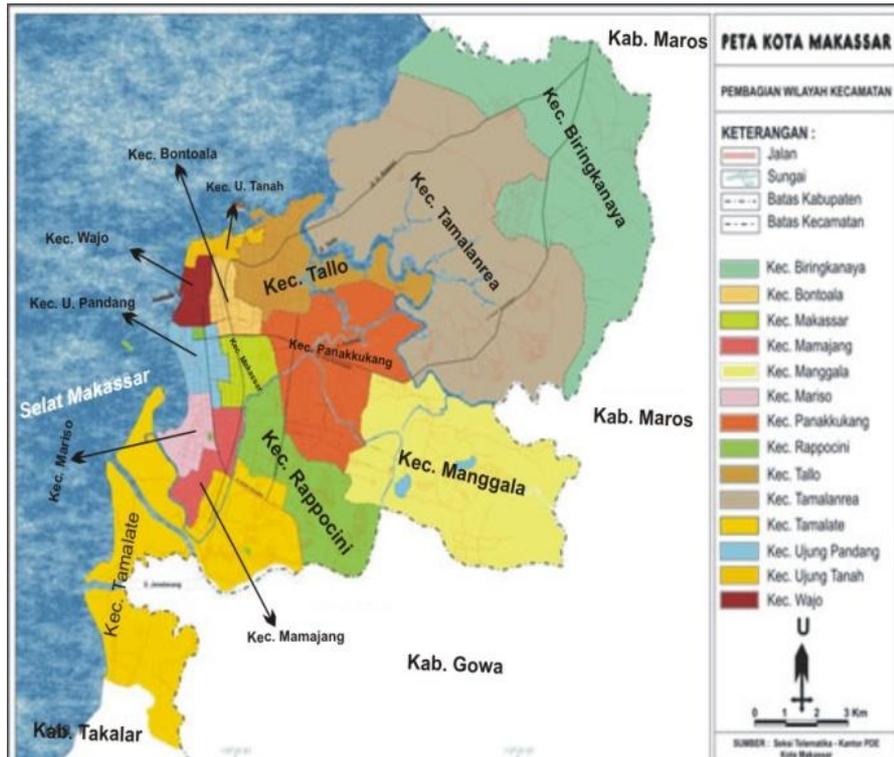
Terdapat empat penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu, manusia sebagai pelaku transportasi, kendaraan, jalan serta lingkungan. Banyak pengamat dan peneliti menyampaikan bahwa penyebab terjadinya kecelakaan 90% disebabkan oleh kelalaian manusia. Kelalaian manusia yang menyebabkan kecelakaan antara lain adalah : lelah, mabuk, dan tidak beretika lalu lintas yang baik. Namun demikian etika berlalu lintas sampai hari ini belum bisa dipisahkan dengan karakter individu pengendara itu sendiri. Lebih lanjut lagi, ditinjau dari sisi usia, korban kecelakaan lalu lintas tertinggi adalah di umur produktif (Widyastuti dkk, 2007), salah satu status dari mereka yang berumur produktif itu adalah mahasiswa (student). Berdasarkan kondisi diatas, maka pada studi ini akan dilakukan evaluasi kemauan mahasiswa untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas dengan korban keparahan adalah luka ringan dan berat. Oleh karena itu pada paper ini menyampaikan penelitian tentang: Students Preference on Reducing Accident Severity (Case Study ITS-Surabaya and UNM-Makassar). Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan diperoleh solusi untuk permasalahan kecelakaan lalu lintas akibat kelalaian manusia. Diambilnya dua lokasi studi ini sebagai lokasi studi karena dua lokasi tersebut berada dekat laut yang mempunyai iklim relative bersuhu panas. Selain itu tingkat lalu lintas dan kecelakaan di kedua kota ini juga relative cukup tinggi di dibandingkan dengan kota-kota lain di Indonesia.

## **TUJUAN**

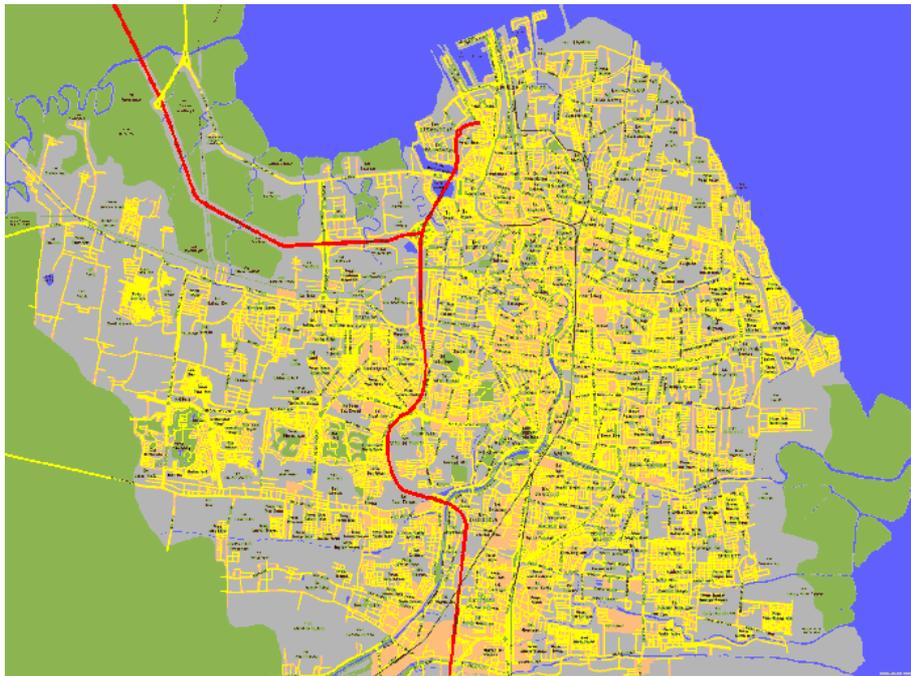
Mengevaluasi kemauan dari mahasiswa untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas dengan korban keparahan adalah mengalami luka ringan dan berat.

## **LOKASI STUDI**

Penelitian ini mengambil lokasi di Kota Surabaya dan Kota Makasar, Alasan dipilihnya Kota Surabaya dan Makasar adalah dua kota tersebut termasuk kota dengan lalu lintas dan tingkat kecelakaan yang cukup tinggi dan lokasinya sama-sama berada dipesisir laut. Lokasi penelitian dapat dilihat pada dua dibawah ini yaitu gambar 1 dan gambar 2.

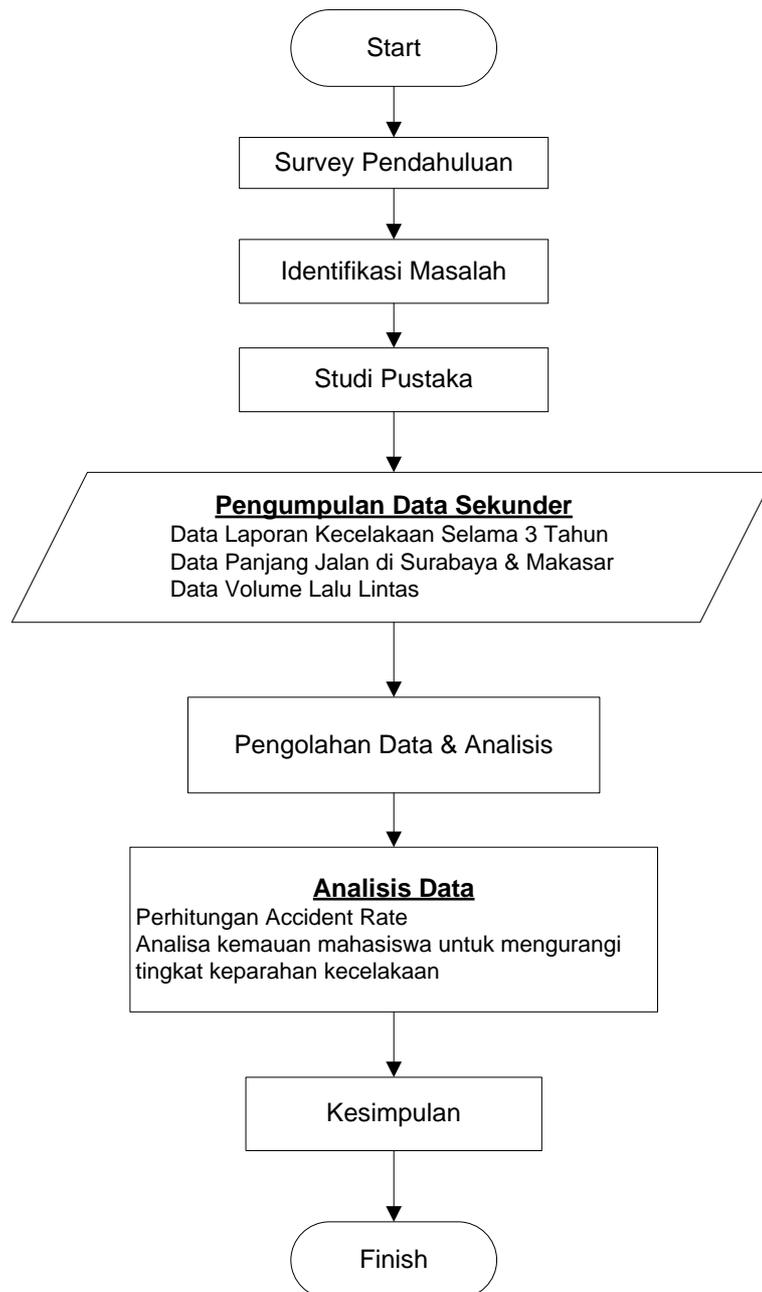


**Gambar 1.** Lokasi Wilayah Studi Kota Makassar (Sumber: Makassar dalam angka tahun 2012)



**Gambar 2.** Lokasi Wilayah Studi Kota Surabaya (Sumber: Surabaya dalam angka tahun 2012)

## METODOLOGI



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

## PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

### Perhitungan Accident Rate di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Keparahan

Untuk menghitung Accident Rate dibutuhkan data jumlah kecelakaan dalam kurun waktu tertentu, volume lalu lintas jalan yang bersangkutan dan panjang jalannya serta korban kecelakaan. Jadi, setiap ruas jalan yang memiliki ketiga jenis data tersebut bisa dihitung Accident Rate. Berdasar data yang didapat dari Polisi (2010-2012) dan Dinas Perhubungan

kota Surabaya (2010-2012), Nilai Accident Rate untuk jalan-jalan di Kota Surabaya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 1.** Accident Rate di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Keparahan

No.	Nama Ruas Jalan	Accident Rate 2012			Accident Rate 2011			Accident Rate 2010		
		MD	LB	LR	MD	LB	LR	MD	LB	LR
1	A. Yani	0.03	0.06	0.12	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04	0.08
2	Mastrip	0.03	0.03	0.05	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.06
3	Kenjeran	0.03	0.03	0.05	0.04	0.02	0.07	0.03	0.01	0.02
4	Darmo	0.01	0.03	0.08	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.08
5	Diponegoro	0.02	0.03	0.07	0.01	0.05	0.03	0.03	0.02	0.03
6	Kedung Cowek	0.02	0.01	0.06	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
7	Ir. Soekarno	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
8	Demak	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
9	Ngagel	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
10	Rungkut Industri	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
11	Tambak Osowilangon	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
12	Kalianak	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02
13	Margomulyo	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	Kertajaya	0.00	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
15	Dukuh Kupang	0.00	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01
16	Gunung Sari	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01
17	HR Muhammad	0.01	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
18	Mayjend Sungkono	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
19	Dupak	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
20	Indrapura	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
21	Wonokromo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.01	0.01	0.01
22	Basuki Rahmat	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03
23	Embong Malang	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
24	Jemur Sari	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01
25	Dharmahasada Indah	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00

Sebagaimana perhitungan accident rate di kota Surabaya, untuk menghitung Accident Rate sajikan tabel hasil perhitungan Accident Rate Kota Makassar dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2012.

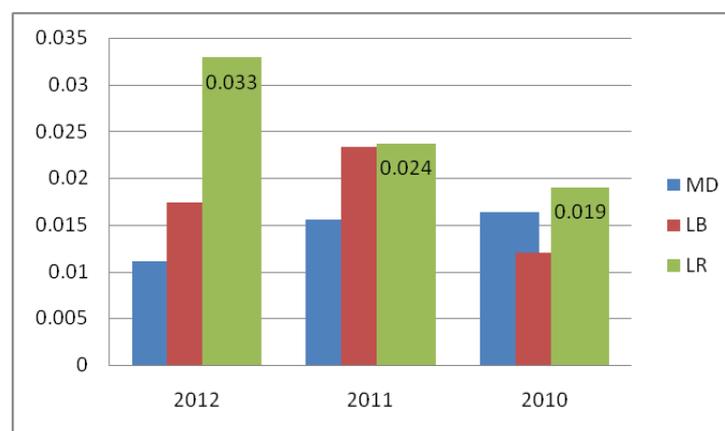
### **Perhitungan Accident Rate di Kota Makassar Berdasarkan Tingkat Keparahan**

Untuk menghitung Accident Rate dibutuhkan data jumlah kecelakaan dalam kurun waktu tertentu, volume lalu lintas jalan yang bersangkutan dan panjang jalannya serta korban kecelakaan. Jadi, setiap ruas jalan yang memiliki ketiga jenis data tersebut bias dihitung Accident Rate. Nilai Accident Rate untuk jalan-jalan di Kota Makassar dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.** Accident Rate di Kota Makassar Berdasarkan Jarak Tempuh dan Arus Lalu Lintas

No.	Nama Ruas Jalan	Accident Rate 2012			Accident Rate 2011			Accident Rate 2010		
		MD	LB	LR	MD	LB	LR	MD	LB	LR
1	Jend. Sudirman	0.31	1.56	5.95	0.63	1.88	7.20	0.00	1.25	3.76
2	Urip Sumoharjo	0.33	1.09	4.24	0.43	2.17	5.00	0.87	1.20	5.54
3	AP. Pettarani	0.42	0.30	3.72	0.42	1.00	2.93	0.31	0.58	1.68
4	Ratulangi	0.47	2.36	5.20	0.95	2.84	4.26	1.42	3.78	11.34
5	Ahmad Yani	0.00	1.77	3.54	0.00	3.54	15.92	1.77	1.77	17.69
6	Sultan Alauddin	1.12	1.76	6.72	0.80	2.24	8.96	0.96	0.64	2.72
7	Nusantara	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
8	Sulawesi	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	1.23
9	Pasar Ikan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.33	0.00	0.00	0.00
10	Haji Bau	0.00	0.00	20.72	0.00	5.18	25.90	0.00	0.00	0.00
11	Penghibur	0.00	1.78	2.38	0.00	0.00	4.76	0.00	0.00	0.59
12	Ujung Pandang	3.31	0.00	0.00	3.31	3.31	9.93	0.00	0.00	0.00
13	Riburane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Botolempangan	0.00	1.90	0.00	0.00	1.90	3.80	0.00	1.90	1.90
15	Gunung Bawakaraeng	0.63	5.05	13.25	0.63	3.15	8.20	1.26	2.52	5.05
16	Masjid raya	0.93	1.86	9.30	1.86	1.86	22.31	0.93	2.79	9.30
17	Perintis Kemerdekaan	0.30	2.32	4.76	0.77	3.21	8.45	1.49	4.05	10.53
18	Landak Baru	0.00	4.50	3.00	0.00	1.50	13.50	3.00	0.00	6.00
19	S. Saddang Baru	0.00	2.44	14.67	0.00	2.44	14.67	2.44	4.89	4.89

Berdasarkan data Accident Rate di Kota Surabaya dan Makassar berdasarkan jarak tempuh dan arus lalu lintas maka didapatkan rata-rata nilai accident rate berdasarkan tingkat keparahan korban di setiap tahunnya. Nilai rata-rata accident rate tiap tahun dari tahun 2010 sampai 2012 berdasarkan tingkat keparahan korban dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



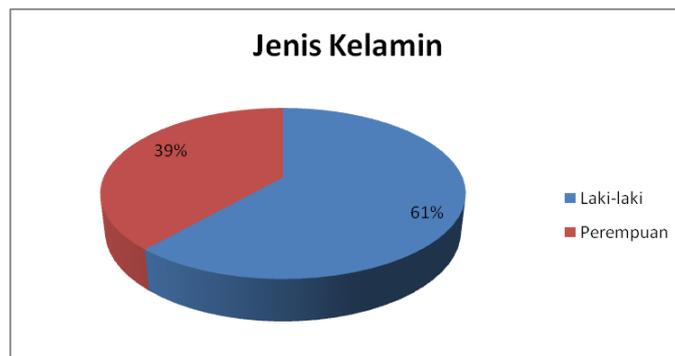
**Gambar 4.** Nilai Accident Rate Berdasarkan Tingkat Keparahan Korban ( Tahun 2010-2012 )

Pada gambar 4 diatas terlihat bahwa nilai accident rate untuk tingkat keparahan korban luka ringan menduduki peringkat teratas disusul oleh luka berat, oleh karenanya pada paper ini akan dibahas kemauan dari para mahasiswa di ITS dan UNM dalam mengurangi probability kecelakaan dengan tingkat keparahan luka ringan dan berat.

### Hasil Analisa Deskriptif Tentang Perilaku Responden

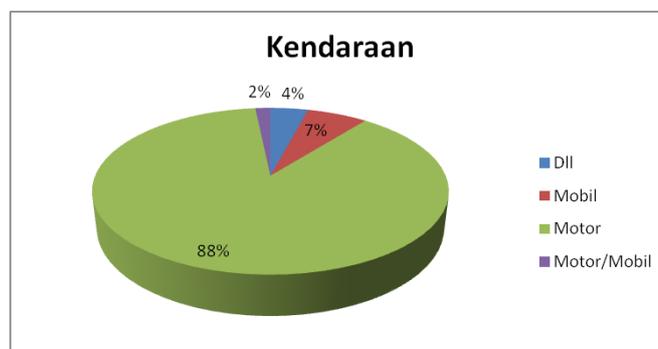
#### Responden di Kota Surabaya

Berikut ini akan di jelaskan mengenai karakteristik mengenai masing-masing karakteristik dari responden wilayah Kota Surabaya.



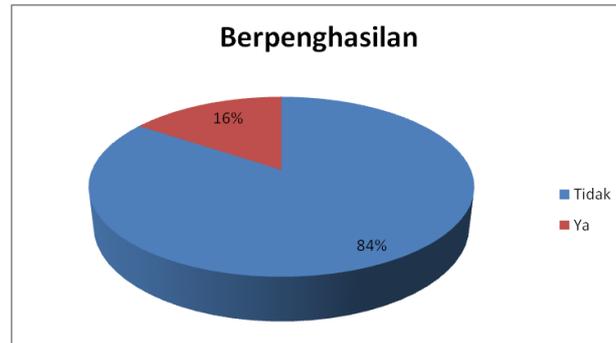
**Gambar 5.** Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin seperti pada gambar 5 diatas, dapat diketahui persentase jenis kelamin perempuan dari total responden yaitu sebesar 39% sedangkan untuk jenis kelamin laki-laki sebesar 61%.



**Gambar 6.** Karakteristik responden berdasarkan kendaraan yang digunakan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan kendaraan yang digunakan seperti pada gambar 6 diatas, dapat diketahui persentase pengguna kendaraan berupa sepeda motor dari total responden sebesar 88%, untuk pengguna kendaraan jenis mobil sebesar 7%, untuk yang menggunakan kendaraan lain-lain sebesar 4%, sedangkan yang menggunakan mobil atau sepeda motor sebesar 2%.



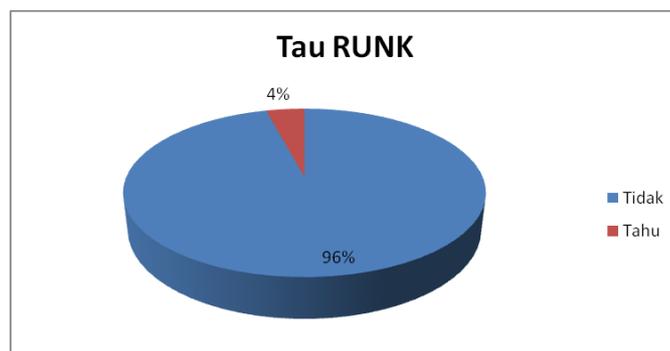
**Gambar 7.** Karakteristik responden berdasarkan yang berpenghasilan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan yang memiliki penghasilan seperti pada gambar 7 diatas, dapat diketahui persentase responden yang memiliki penghasilan dari total responden yaitu sebesar 15%, yang kadang memiliki penghasilan dan kadang juga tidak sebesar 1%, sedangkan untuk yang tidak memiliki penghasilan sebesar 84%.



**Gambar 8.** Karakteristik responden berdasarkan pendidikan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan pendidikan seperti pada gambar 8 diatas, dapat diketahui persentase responden dengan pendidikan D3 dari total responden yaitu sebesar 18%, sedangkan responden dengan pendidikan S1 sebesar 82%.

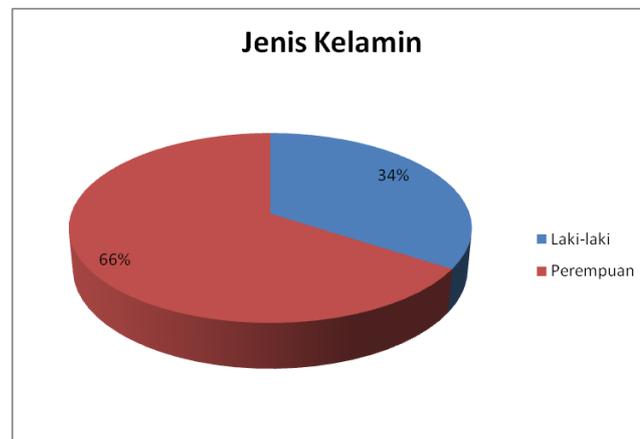


**Gambar 9.** Karakteristik responden berdasarkan tau RUNK

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan pengetahuan mengenai RUNK seperti pada gambar 9 diatas, dapat diketahui persentase responden yang mengetahui tentang RUNK dari total responden yaitu sebesar 4%, sedangkan responden yang tidak mengetahui apa itu RUNK sebesar 96%.

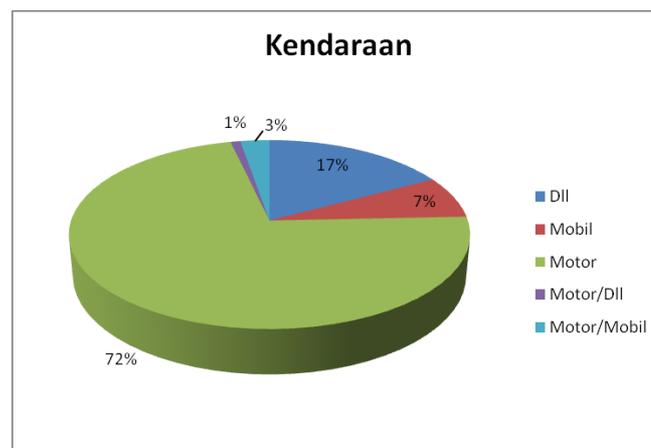
### Responden di Kota Makassar

Berikut ini akan di jelaskan mengenai karakteristik mengenai masing-masing karakteristik dari responden wilayah Kota Makassar.



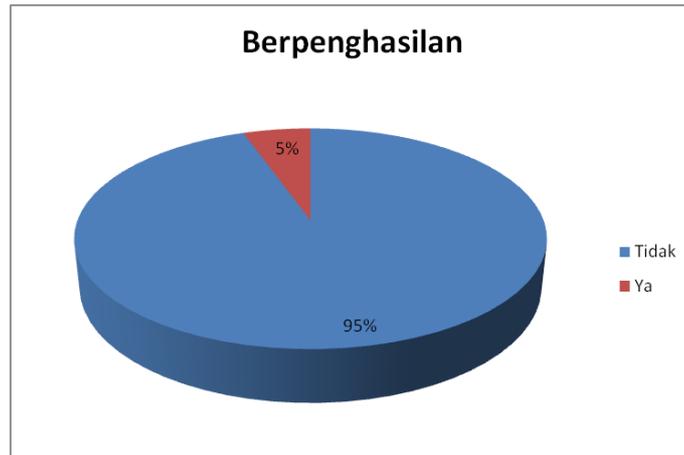
**Gambar 10.** Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin seperti pada gambar 10 diatas, dapat diketahui persentase jenis kelamin perempuan dari total responden yaitu sebesar 66% sedangkan untuk jenis kelamin laki-laki sebesar 34%.



**Gambar 11.** Karakteristik responden berdasarkan kendaraan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan kendaraan yang digunakan seperti pada gambar 11 diatas, dapat diketahui persentase pengguna kendaraan berupa sepeda motor dari total responden sebesar 72%, untuk pengguna kendaraan jenis mobil sebesar 7%, untuk yang menggunakan kendaraan lain-lain sebesar 17%, untuk yang mobil atau lain-lain sebesar 1%, sedangkan yang menggunakan mobil atau sepeda motor sebesar 3%.



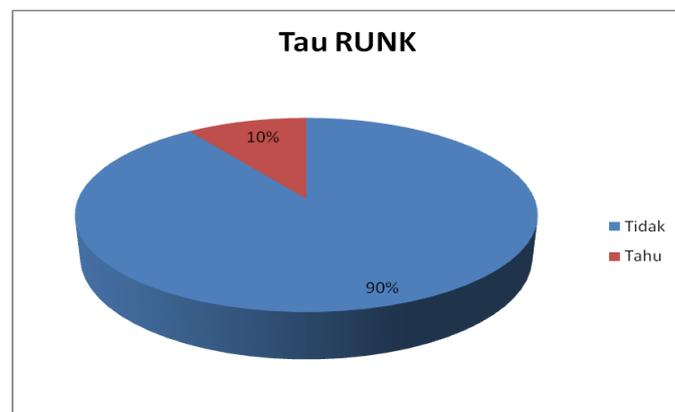
**Gambar 12.** Karakteristik responden berdasarkan berpenghasilan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan yang memiliki penghasilan seperti pada gambar 12 diatas, dapat diketahui persentase responden yang memiliki penghasilan dari total responden yaitu sebesar 5%, sedangkan untuk yang tidak memiliki penghasilan sebesar 95%.



**Gambar 13.** Karakteristik responden berdasarkan pendidikan

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan pendidikan seperti pada gambar 13 diatas, dapat diketahui bahwa seluruh responden berpendidikan sebagai mahasiswa.



**Gambar 14.** Karakteristik responden berdasarkan tau RUNK

Menurut grafik karakteristik responden berdasarkan pengetahuan mengenai RUNK seperti pada gambar 14 diatas, dapat diketahui persentase responden yang mengetahui tentang RUNK dari total responden yaitu sebesar 10%, sedangkan responden yang tidak mengetahui apa itu RUNK sebesar 90%.

#### **Hasil Uji Parsial Regresi Logistik Biner untuk Responden Surabaya**

Untuk mengetahui kemauan mahasiswa dalam mengurangi kecelakaan dengan korban luka berat, maka di lepaslah 2 (dua) Willingness to Pay (WTP) questionnaires yang bertanya kemauan mahasiswa untuk mengurangi kecelakaan dengan tingkat keparahan luka berat. WTP1 diasumsikan sebagai kemauan dari mahasiswa untuk mengurangi kejadian kecelakaan dengan korban luka berat, sedangkan WTP2 diasumsikan sebagai kemauan dari mahasiswa untuk mengurangi kejadian kecelakaan dengan korban luka ringan. Kemudian hasil yang ada di test dengan logit biner sebagaimana rumusan yang disampaikan oleh Ortuzar J. and Willumsen L.G.. (1994) . Hasilnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Uji Individu WTP1 (luka berat) Surabaya

		B	Sig.	Exp(B)
Step 1 <sup>a</sup>	Tau_RUNK	1.708	0.069	5.520
	Constant	-0.405	0.657	0.667

**Tabel 4.** Hasil Uji Individu WTP 2 (luka ringan) Surabaya

		B	Sig.	Exp(B)
Step 1 <sup>a</sup>	Pendidikan	-1.407	0.040	0.245
	Constant	2.100	0.000	8.167

Berdasarkan tabel 3 dan 4 diatas yang merupakan hasil uji regresi logistik biner secara individu dari semua faktor yang ada, dapat diketahui faktor yang mempengaruhi responden untuk bersedia memilih WTP1 adalah tau RUNK, sedangkan untuk WTP2 adalah pendidikan. Tau RUNK dan pendidikan dianggap faktor yang mempengaruhi karena nilai sig pada tabel diatas  $< \alpha$ , dimana nilai  $\alpha$  sebesar 10% (0,10). Persamaan dari permodelan hasil uji masing-masing variabel bebas untuk Tau\_RUNK adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = -0,405 + 1,708 \text{ Tau\_RUNK.} \quad (1)$$

Maka peluang responden yang bersedia memilih WTP1 untuk daerah Surabaya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(p) &= \ln \frac{p}{1-p} = -0,405 + 1,708 \text{ Tau\_RUNK} \\ &= -0,405 + 1,708 \\ &= 1,303 \end{aligned}$$

$$P_{\text{Tau\_RUNK}} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{\text{Tau\_RUNK}} = \frac{1}{1 + e^{-1,303}}$$

$$= 0,7863 = (78,63\%)$$

Sedangkan persamaan dari permodelan hasil uji masing-masing variabel bebas untuk WTP2 (luka ringan) pendidikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = 2,100 + (-1,407)\text{pendidikan} \quad (2)$$

Maka peluang responden yang bersedia memilih WTP2 untuk daerah Surabaya dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = 2,100 + (-1,407)\text{pendidikan}$$

$$= 2,100 + (-1,407)$$

$$= 0,693$$

$$P_{\text{pendidikan (2)}} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{pendidikan} (2) = \frac{1}{1 + e^{-0,693}}$$

$$= 0,666 = (66,66\%)$$

### Hasil Uji Parsial Regresi Logistik Biner untuk Responden Makasar

Sebagaimana analisa di kota Surabaya WTP1 diasumsikan sebagai kemauan dari mahasiswa untuk mengurangi kejadian kecelakaan dengan korban luka berat, sedangkan WTP2 diasumsikan sebagai kemauan dari mahasiswa untuk mengurangi kejadian kecelakaan dengan korban luka ringan.

**Tabel 5.** Hasil Uji Parsial WTP1 (luka berat) Makasar

		B	Sig.	Exp(B)
Step 1 <sup>a</sup>	Pendidikan	1.538	0.049	4.655
	Constant	1.352	0.000	3.867

**Tabel 6.** Hasil Uji Parsial WTP2 (luka ringan) Makasar

		B	Sig.	Exp(B)
Step 1 <sup>a</sup>	Pendidikan	2.566	0.014	13.019
	Constant	1.045	0.000	2.842

Berdasarkan tabel 5 dan 6 diatas yang merupakan hasil uji regresi logistik biner secara individu dari semua faktor yang ada, dapat diketahui faktor yang mempengaruhi responden untuk bersedia memilih WTP1 dan WTP2 adalah pendidikan. Pendidikan dianggap faktor yang mempengaruhi karena nilai sig pada tabel diatas  $< \alpha$ , dimana nilai  $\alpha$  sebesar 10% (0,10). Persamaan dari permodelan hasil uji masing-masing variabel bebas untuk pendidikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = 1,352 + 1,538 \text{ pendidikan} \quad (3)$$

Maka peluang responden yang bersedia memilih WTP1 untuk daerah Makasar dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Logit}(p) &= \ln \frac{p}{1-p} = 1,352 + 1,538 \text{ pendidikan} \\ &= 1,352 + 1,538 \\ &= 2,89 \end{aligned}$$

$$P_{pendidikan} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{pendidikan} = \frac{1}{1 + e^{-2,89}}$$

$$= 0,9473 = (94,73\%)$$

Sedangkan persamaan dari permodelan hasil uji masing-masing variabel bebas untuk WTP2 (luka ringan) pendidikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = 1,045 + 2,566 \text{ pendidikan} \quad (4)$$

Maka peluang responden yang bersedia memilih WTP2 untuk daerah Makasar dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Logit}(p) = \ln \frac{p}{1-p} = 1,045 + 2,566 \text{ pendidikan}$$

$$= 1,045 + 2,566$$

$$= 3,611$$

$$P_{\text{pendidikan}} = \frac{1}{1 + e^{-\text{Logit}}}$$

$$P_{\text{pendidikan}} = \frac{1}{1 + e^{-3,611}}$$

$$= 0,9737 = (97,37\%)$$

### **Diskusi Hasil Analisis Regresi Logistik Biner**

Berdasarkan analisis Logit Biner yang telah dilakukan, didapatkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka berat Kota Surabaya yaitu sebesar 78,63% sedangkan untuk persentase responden yang bersedia responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka berat Kota Makasar yaitu 94,73%, sedangkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka ringan Kota Surabaya yaitu sebesar 66,66% sedangkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka ringan Kota Makasar yaitu 93,37%.

Dari hasil diskusi diatas dapat dilihat bahwa pendidikan merupakan salah satu faktor cukup berpengaruh dalam menentukan kesediaan responden untuk menurunkan keparahan dengan menyisihkan sedikit biaya untuk memperbaiki kendaraannya agar lebih aman. Selain itu, faktor pendidikan untuk Kota Surabaya dibedakan menjadi 2 tingkatan yaitu S1 dan D3. Selain pendidikan ada faktor lain yang lumayan mempengaruhi tapi tidak terlalu serius yaitu tau RUNK. Untuk Kota Makasar hanya ada faktor pendidikan saja yang cukup mempengaruhi responden untuk menurunkan keparahan dengan menyisihkan sedikit biaya untuk memperbaiki kendaraannya agar lebih aman. Dan tidak ada tingkatan untuk faktor pendidikan.

## **KESIMPULAN**

Dari penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa responden memiliki latar belakang pengetahuan dan pendidikan yang cukup baik bersedia untuk WTP1 maupun WTP2 untuk menurunkan probabilitas terlibat kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan maupun berat, hal itu dapat dilihat dari besarnya persentase yang memilih WTP1 maupun WTP2 dari 2 kota diatas yaitu Surabaya dan Makasar.

Berdasarkan kondisi diatas, maka pada studi ini akan dilakukan evaluasi ketersediaan pengguna kendaraan untuk membayar demi mengurangi tingkat keparahan kecelakaan. Berdasarkan analisis Logit Biner yang telah dilakukan, didapatkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka berat Kota Surabaya yaitu sebesar 78,63% sedangkan untuk persentase responden yang bersedia responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka berat Kota Makasar yaitu 94,73%, sedangkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka ringan Kota Surabaya yaitu sebesar 66,66% sedangkan persentase responden yang bersedia mengurangi tingkat keparahan kecelakaan untuk tingkatan luka ringan Kota Makasar yaitu 93,37%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Biro Pusat Statistik. 2012. Makasar Dalam Angka. Makasar.
- Biro Pusat Statistik. 2012. Surabaya Dalam Angka. Surabaya.
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya (2010) Data Volume Lalu Lintas
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya (2011) Data Volume Lalu Lintas
- Dinas Perhubungan Kota Surabaya (2012) Data Volume Lalu Lintas
- Ortuzar J. and Willumsen L.G.. (1994) **Modeling Transport**, Second edition, John Wiley and Sons
- Surabaya Police Office (2010) Accident Data Report
- Surabaya Police Office (2011) Accident Data Report
- Surabaya Police Office (2012) Accident Data Report
- Widyastuti H., dkk (2007) Binary Choice Model to Value Motorcyclist's Slight Injury Cost in Surabaya, **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 7, 2007.**

## ANALISIS GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT DI KOTA MAKASSAR

**Syafruddin Rauf**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNHAS  
Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10  
Kampus Tamalanrea,  
Makassar 90245, Sul-Sel  
Tel: (0411)-587636 dan Fax:  
(0411)-580505;  
[syafrauf@yahoo.co.id](mailto:syafrauf@yahoo.co.id)

**Akhmad Faisal Aboe**  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNHAS  
Jln. Perintis Kemerdekaan Km. 10  
Kampus Tamalanrea,  
Makassar 90245, Sul-Sel  
Tel: (0411)-587636 dan Fax:  
(0411)-580505;  
[Akhmad\\_faisal@yahoo.co.id](mailto:Akhmad_faisal@yahoo.co.id)

**Indrian Tesukandar Ishak**  
Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNHAS  
Jln. Perintis Kemerdekaan Km.  
10 Kampus Tamalanrea,  
Makassar 90245, Sul-Sel  
Tel: (0411)-587636 dan Fax:  
(0411)-580505;  
[Indy.Tsukandar@gmail.com](mailto:Indy.Tsukandar@gmail.com)

### Abstract

Along with the increasing needs of the community, then the transport activities is also increasing. Lead to high levels of pollutants due to emissions of smoke (release) of the motor vehicle. The main pollutants resulting from motor vehicle exhaust emissions are carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC). The intent of this study is to construct a model of the motor vehicle emission control in Makassar city and become a referral for the Government in making policies for controlling air pollution. And with data retrieval from a third point in the city of Makassar, conducted by the Office of the BLHD, i.e. the Urip Sumohardjo, road Street, and the Boulevard Jendral Sudirman, then proceed with analyzing the data with categorizing the characteristics of each, and then calculate the volume of traffic, then calculate the graduation test emissions rating, and analyzing the value of the equation regresinya.

**Keywords:** *The value of emissions, emission characteristics, test passing emissions, traffic volume,*

### Abstrak

Seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat, maka aktifitas transportasi pun juga meningkat. Mengakibatkan tingginya kadar polutan akibat emisi (pelepasan) dari asap kendaraan bermotor. Polutan utama yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor adalah Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), Karbon Monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Maksud dari penelitian ini yaitu untuk membangun model pengendalian emisi kendaraan bermotor di Kota Makassar dan menjadi arahan bagi pemerintah dalam pengambilan kebijakan pengendalian pencemaran udara. Dan dengan pengambilan data dari ketiga titik di kota Makassar yang dilakukan oleh kantor BLHD, yaitu jalan Urip Sumohardjo, jalan Boulevard, dan jalan Jendral Sudirman, kemudian dilanjutkan dengan menganalisis data tersebut dengan mengkategorikan karakteristik masing-masing, kemudian menghitung volume lalu lintas, selanjutnya menghitung nilai uji kelulusan emisi, dan yang terakhir menganalisis nilai persamaan regresinya.

Kata Kunci : Nilai emisi, karakteristik emisi, uji kelulusan emisi, volume lalu lintas, persamaan regresi.

**Kata Kunci:** *Nilai emisi, karakteristik emisi, uji kelulusan emisi, volume lalu lintas, persamaan regresi*

## PENDAHULUAN

Sistem transportasi adalah suatu sistem yang memungkinkan terjadinya pergerakan dari suatu tempat ketempat lain. Fungsi system itu sendiri adalah untuk memindahkan suatu objek. Seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat, maka aktifitas transportasi pun juga meningkat. Hal ini dikarenakan tidak semua fasilitas yang dibutuhkan masyarakat berada pada satu tempat. Kondisi seperti ini mengakibatkan timbulnya pergerakan menuju daerah pemenuhan kebutuhan. Dari sini, dapat dilihat bahwa transportasi sangat penting dalam menunjang aktifitas masyarakat dan turut menentukan perkembangan suatu wilayah. Dengan adanya transportasi yang lancar maka distribusi barang dan jasa juga akan semakin mudah. Namun, tidak selamanya aktifitas transportasi berdampak positif. Aktifitas

transportasi juga dapat memberikan akibat negatif. Kondisi system transportasi diperkotaan memperlihatkan kecenderungan yang sangat rumit dan sering terjadi kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Kondisi ini disebabkan karena tingginya jumlah kendaraan bermotor yang bergerak di dalam kota. Dari sektor transportasi inilah merupakan sumber pencemaran udara terbesar diperkotaan sekitar 60 % (Soedomo, 2001).

Aktifitas transportasi yang tidak dikendalikan, terutama transportasi dengan kendaraan bermotor, dapat merugikan lingkungan dan ekosistem yang ada di dalamnya. Dampak negatif dari masalah sistem transportasi ini adalah tingginya kadar polutan akibat emisi (pelepasan) dari asap kendaraan bermotor.

Polutan utama yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor adalah Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), Karbon Monoksida (CO), dan hidrokarbon (HC). Selain polutan yang telah disebutkan, kegiatan transportasi juga menghasilkan pencemar debu yang cukup tinggi. Besarnya tingkat emisi polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor sangat tergantung dari karakteristik operasi jalan. Kendaraan yang berkecepatan rendah akan menghasilkan lebih banyak emisi gas buang, terutama gas CO. Polutan yang dihasilkan dari kendaraan yang berkecepatan rendah ini dapat mencapai tiga kali lipat dari kecepatan normal (Purnomosidhi, 1994).

Pencemaran udara sudah menjadi masalah yang serius di kota-kota besar di dunia. Polusi udara perkotaan yang berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan telah dikenal secara luas selama kurang lebih 50 tahun terakhir. Selain dampak terhadap kesehatan manusia, polusi udara juga dapat berdampak negatif terhadap ekosistem, material dan bangunan-bangunan, vegetasi dan visibilitas.

Kota Makassar sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, mempunyai cakupan wilayah yang luas dan banyak kegiatan di dalamnya, dalam hal ini pada sector ekonomi, perdagangan, pemerintahan tentunya perlu menerapkan kearifan lingkungan dengan memadukan pelestarian kekayaan sumber daya alam, sehingga kualitas lingkungan dapat dijaga.

Pembangunan berwawasan lingkungan yang sekarang diterapkan dalam pelaksanaan pembangunan, berpatokan pada kualitas lingkungan hidup di sekitar tempat pembangunan. Dengan pembangunan yang berkelanjutan, maka kualitas lingkungan dapat terjaga dengan sendiri, selain itu perlu pula ditingkatkan kesadaran masyarakat dalam membantu dan menjaga kualitas lingkungan mereka. Sejalan dengan hal tersebut, maka pemerintah Kota Makassar melalui Badan Lingkungan Hidup Daerah melaksanakan kegiatan pengujian emisi kendaraaand ua kali dalam setahun.

Kota Makassar ssebagai pusat pengembangan kawasan strategis di kawasan timur Indonesia, cenderung mengalami pertumbuhan yang pesat di berbagai bidang termasuk sektor transportasi sebagai penunjang aktifitas masyarakat yang sangat penting dirasakan saat ini. Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk memberi dampak pertumbuhan sektor tranportasi yang meningkat sangat cepat. Hal ini terlihat dari peningkatan jumlah kendaraaandi Kota Makassar, baik kendaraan umum maupun pribadi

yang mencapai sekitar 856 ribu unit pada tahun 2010 dengan tingkat pertumbuhan mencapai 12% pertahun (Dinas Perhubungan Kota Makassar, 2010).

## **TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis gambaran konsentrasi karakteristik uji emisi dari 3 lokasi penelitian berdasarkan hasil survei kantor BLHD di kota Makassar.
2. Menganalisis kelulusan uji emisi dari 3 lokasi penelitian berdasarkan hasil survei kantor BLHD di kota Makassar .
3. Menganalisis model regresi emisi kendaraan dari 3 lokasi penelitian berdasarkan hasil survei kantor BLHD di kota Makassar

## **STUDI PUSTAKA**

### **Transportasi**

Transportasi secara umum diartikan sebagai perpindahan barang atau orang dari satu tempat ke tempat yang lain. Transportasi atau perangkutan adalah perpindahan dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan alat pengangkutan, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia, hewan (kuda, sapi, kerbau), atau mesin. Kendaraan bermotor yang menjadi alat transportasi, dalam konteks pencemaran udara dikelompokkan sebagai sumber yang bergerak. Dengan karakteristik yang demikian, penyebaran pencemar yang di emisikan dari sumber-sumber kendaraan bermotor ini akan mempunyai suatu pola penyebaran spasial yang meluas.

### **Polutan Udara**

Salah satu jenis pencemaran lingkungan adalah pencemaran udara. Secara umum penyebab pencemaran udara ada dua macam, yaitu yang terjadi secara alamiah, seperti debu yang diterbangkan oleh angin, debu akibat letusan gunung berapi, pembusukan sampah dan lain-lain. Faktor akibat perbuatan manusia yang pada umumnya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu yang berasal dari sumber bergerak (kendaraan bermotor, kapal terbang, dll) dan sumber tidak bergerak yaitu kegiatan industri. Menurut Whardana (2001) pencemaran udara ini berdampak sangat luas bagi kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Pencemaran udara menimbulkan dampak contohnya pemanasan global pada planet bumi yang mengakibatkan mencairnya es di daerah kutub. Udara yang tercemar dapat meningkatkan berbagai jenis penyakit seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Atas). Untuk jangka waktu yang panjang penurunan kualitas udara dapat menyebabkan kematian, penyakit kanker yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, asap kebakaran hutan dan emisi kegiatan industri maupun rumah tangga. Akibat pencemaran udara dari kendaraan bermotor, saat ini tercatat, penyakit infeksi saluran pernafasan akut dan gangguan pernafasan lain selalu menduduki peringkat atas dari 10 penyakit terbanyak yang dilaporkan oleh pusat-pusat pelayanan kesehatan puskesmas, klinik dan rumah sakit.

### **Emisi Kendaraan Bermotor**

Kendaraan bermotor yang digunakan sekarang ini adalah penyebab polusi. Kebanyakan dari kendaraan bermotor mengubah fosil menjadi energi mekanik dan 40% energi fosil diubah menjadi energi panas yang pada akhirnya memanaskan lingkungan. Emisi yang

dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat terbagi dalam tiga kategori yaitu *hot emission*, *start emission*, dan *evaporation emission* (Hickman, 1999). *Hot Emission* adalah emisi yang dihasilkan selama kendaraan beroperasi pada kondisi normal; *Start Emission* merupakan emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan hanya pada saat kendaraan mulai berjalan, sedangkan *Evaporation Emission* dapat terjadi dalam berbagai cara misalnya saat pengisian bahan bakar, peningkatan temperatur harian dan lain sebagainya (Hickman, 1999).

### **Bentuk – bentuk Emisi Gas Buang**

Hydrocarbon (Hc) : Adalah gas buang yang diakibatkan karena bahan bakar yang tidak terbakar, yang diukur dalam satuan Part per million (Ppm). Berbahaya bagi kesehatan. Semakin kecil Hc yang dihasilkan semakin bagus.

1. Carbon Monoksida (Co) : Merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna, dan berbahaya bagi kesehatan. Diukur dalam prosentase (%). Hasil yang ideal adalah 0,5 – 3 %.
2. Carbon Dioksida (Co<sub>2</sub>) : Mengindikasikan derajat thermist pembakaran, dan tidak berbahaya bagi kesehatan tetapi menjadi gas rumah kaca. Diukur dalam prosentase (%), semakin tinggi yang dihasilkan semakin bagus (max 16%).
3. Oksigen (O<sub>2</sub>) : Menunjukkan kualitas pembakaran, karena O<sub>2</sub> adalah salah satu unsur proses pembakaran ( jumlah oksigen yang tidak terbakar ). Pendeteksi kebocoran knalpot. Diukur dalam %, semakin kecil semakin bagus, dan tidak berbahaya bagi kesehatan.
4. Nitrogen Oksida (Nox) : Gas yang ditimbulkan oleh nitrogen dan oksigen dalam proses pembakaran, diukur dalam %, dan berbahaya bagi kesehatan.
5. Lambda : Adalah perbandingan udara bensin secara real (AFR) dengan perbandingan udara bensin ideal (laboratorium).
6. Opasitas : Adalah kepekatan untuk solar.

### **Perhitungan Polutan Kendaraan Bermotor**

Faktor emisi adalah adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang mengemisikan polutan (misalnya, partikel yang diemisikan gram per liter bahan bakar yang dibakar).

Untuk sumber bergerak faktor emisi dapat dinyatakan dalam unit:

1. Gram/kilometer (g/km), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan km menyatakan jarak tempuh kendaraan dalam waktu tertentu.
2. Gram/kilogram (g/kg), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan kg menyatakan kuantitas bahan bakar yang digunakan.
3. Gram/joule (g/J), gram menyatakan banyaknya pencemar yang akan diemisikan dan Joule menyatakan energi yang digunakan.

Beberapa faktor dapat mempengaruhi faktor/laju emisi kendaraan bermotor. Pada umumnya, faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelompok, yaitu (Meyer dan Miller, 2001):

1. Parameter kendaraan: kategori kendaraan, model dan tahun (berat kotor, ukuran mesin, dan lain-lain), jarak tempuh akumulatif, sistem bahan bakar, sistem kontrol emisi, sistem diagnosa on-board, penyalahgunaan sistem kontrol, pemeriksaan dan perawatan.
2. Parameter bahan bakar: jenis bahan bakar, kandungan oksigen, penguapan, kandungan benzena, olefin, dan aromatik, kandungan sulfur, kandungan timbel dan logam lainnya, efek katalis sulfur.
3. Faktor lingkungan: ketinggian dari permukaan laut, kelembaban, temperatur ambien, variasi temperatur harian, dan klasifikasi jalan.
4. Kondisi pengoperasian kendaraan: moda pemanasan kendaraan (dingin atau panas), laju kendaraan rerata, beban, moda pengayaan bahan bakar, panjang perjalanan dan jumlah perjalanan perhari, dan perilaku pengemudi.

### **Karakteristik Pencemar Udara dari Kendaraan Bermotor**

Adapun komponen pencemar udara dari sektor transportasi, yaitu:

#### **Karbon Monoksida (CO)**

##### *Sifat dan Karakteristik*

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, maupun tidak berasa yang timbul akibat pembakaran tidak sempurna bahan bakar yang mengandung karbon. Gas ini tergolong kategori mudah terbakar serta beracun. Sumber CO terbagi dua yaitu sumber alami dan sumber antropogenik. Secara alami CO dihasilkan melalui aktivitas gunung berapi dan juga kebakaran hutan. Sementara CO juga dihasilkan sebagai produk sampingan akibat aktivitas manusia. Karbon monoksida dihasilkan dari proses pembakaran/oksidasi yang tidak sempurna sehingga mengurangi oksigen yang berikatan dengan karbon.

##### *Dampak terhadap Kesehatan.*

Gas CO bersifat tidak berwarna, tidak berbau, tidak menyebabkan iritasi. Gas karbon monoksida memasuki tubuh melalui pernapasan dan diabsorpsi di dalam peredaran darah. CO tergolong gas yang beracun dan mematikan. CO mampu berikatan dengan hemoglobin dalam darah sehingga menyebabkan berkurangnya kapasitas darah dalam mengangkut oksigen. Karbon monoksida akan berikatan dengan hemoglobin (yang berfungsi untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh) menjadi carboxyhemoglobin. Gas CO mempunyai kemampuan berikatan dengan hemoglobin sebesar 240 kali lipat kemampuannya berikatan dengan O<sub>2</sub>. Secara langsung kompetisi ini akan menyebabkan pasokan O<sub>2</sub> ke seluruh tubuh menurun tajam, sehingga melemahkan kontraksi jantung dan menurunkan volume darah yang didistribusikan. Hal ini kemudian akan mempengaruhi organ-organ tubuh seperti di otak, hati, pusat saraf dan janin.

#### **Hidrokarbon (HC)**

Terdapat banyak sekali senyawa pencemar hidrokarbon di atmosfer, umumnya efek terhadap manusia terjadi karena sifatnya yang karsinogenik. Senyawa yang umum diketahui diemisikan dari kendaraan bermotor adalah benzene, 1,3-butadiene dan PAH (polyaromatic hydrocarbon). Selain itu terdapat banyak spesies hidrokarbon yang merupakan pencetus (prekursor) pembentuk ozon pada reaksi fotokimia dengan NO<sub>x</sub> dengan bantuan sinar matahari.

### **Sifat dan Karakteristik.**

*Benzene* adalah senyawa kimia organik yang berbentuk cairan tidak berwarna dan mudah terlarut dalam air. Senyawa ini juga sangat mudah terbakar serta memiliki bau manis yang khas. *1,3-butadiene* yang biasa disebut *butadiene* adalah gas yang tidak berwarna yang biasanya digunakan pada produksi karet dan plastik. Gas ini berbau seperti bensin. Biasanya *benzene* digunakan sebagai campuran bahan bakar dan juga sebagai pelarut pada beberapa industri. *Benzena* tergolong ke dalam hidrokarbon aromatik dan bersifat karsinogen. *Benzena* terkandung secara alami dalam minyak mentah

### **Dampak terhadap Kesehatan.**

Paparan terhadap senyawa HC seperti *benzene* memiliki dampak serius terhadap kesehatan. Menghirupnya dalam jumlah yang banyak dan terus-menerus dapat menyebabkan kematian. Sementara gejala ringan yang ditimbulkan adalah mengantuk, pusing, dan sakit kepala. Beberapa dampak serius, misalnya:

1. Mengganggu sistem saraf hingga mampu menghilangkan kesadaran.
2. Mempengaruhi sumsum tulang belakang yang memproduksi sel darah merah sehingga timbul gangguan-gangguan seperti anemia, pendarahan terus-menerus dan menurunnya kekebalan tubuh akibat kehilangan sel-sel darah putih.
3. Mempengaruhi tingkat kesuburan wanita dan mengganggu pertumbuhan janin seperti kekurangan berat badan pada bayi yang baru lahir, pembentukan tulang yang terhambat serta kehancuran sumsum tulang belakang.
4. Menyebabkan timbulnya leukemia.

### **Analisa Regresi.**

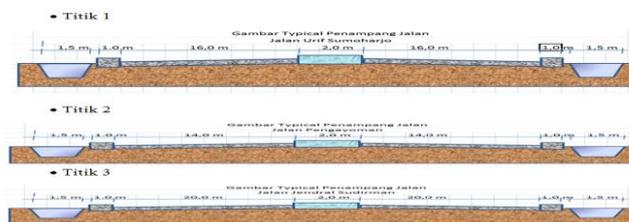
Analisis regresi adalah salah satu analisis yang paling populer dan luas pemakaiannya. Analisis regresi dipakai secara luas untuk melakukan prediksi dan ramalan. Analisis ini juga digunakan untuk memahami variabel bebas mana saja yang berhubungan dengan variabel terikat, dan untuk mengetahui bentuk-bentuk hubungan tersebut. Regresi yang terdiri dari satu variabel bebas (*predictor*) dan satu variabel terikat (*Response/Criterion*) disebut regresi linier sederhana (*bivariate regression*), sedangkan regresi yang variabel bebasnya lebih dari satu disebut regresi berganda (*Multiple regression/multivariate regression*), yang dapat terdiri dari dua prediktor (regresi ganda) maupun lebih.

Analisis Regresi Sederhana. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui apakah suatu variabel dapat dipergunakan untuk memprediksi atau meramalkan variabel lain, Jika suatu variabel tak bebas (*dependent variable*) bergantung pada satu variabel bebas (*independent variable*), hubungan antara kedua variabel disebut analisis regresi sederhana. Analisis Regresi Linear Berganda. Analisis regresi dalam statistika adalah salah satu metode untuk menentukan hubungan sebab-akibat antara satu variabel dengan variabel(-variabel) yang lain. Variabel "penyebab" disebut dengan bermacam-macam istilah: variabel penjelas, variabel eksplanatorik, variabel independen, atau secara bebas, variabel X (karena seringkali digambarkan dalam grafik sebagai absis, atau sumbu X). Variabel terkena akibat dikenal sebagai variabel yang dipengaruhi, variabel dependen, variabel terikat, atau variabel Y. Kedua variabel ini dapat merupakan variabel acak (*random*), namun variabel yang dipengaruhi harus selalu variabel acak.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Data lapangan diperoleh secara langsung di tiga titik pengujian kendaraan yang menjadi objek penelitian yang bertempat di ruas Jl. Urip Sumohardjo, Jl. Pengayoman dan Jl. Jendral Sudirman, yang dilaksanakan pada pukul 08.00-17.00 WITA. Pemilihan lokasi pengujian emisi kendaraan pada ruas jalan ini atas pertimbangan bahwa ketiga jalan ini merupakan ruas jalan yang merupakan jalan primer di Kota Makassar. Karena melihat kondisi arus lalu lintas pada ruas jalan ini yang padat. Pada jalan Urip Sumohardjo dilakukan pengujian di depan Kantor Gubernur Sulawesi Selatan ( titik 1 ), pada jalan Pengayoman dilakukan pengujian di samping Hotel Denpasar ( titik 2 ), pada jalan Jendral Sudirman dilakukan pengujian di depan Monumen Mandala ( titik 3 ).



Gambar 1. : Penampang jalan lokasi penelitian

## METODE PENELITIAN.

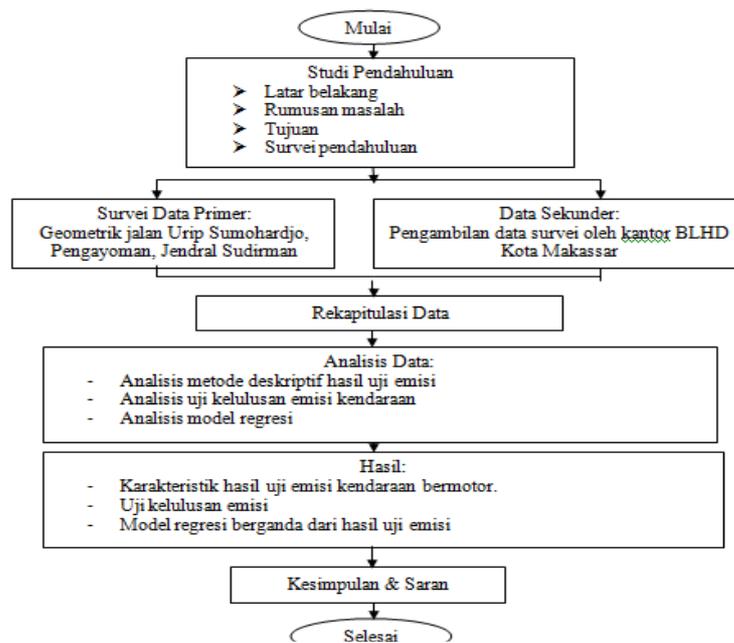
Penelitian ini dilakukan dengan melakukan survei lapangan untuk, mengukur nilai emisi kendaraan dan model regresi emisi kendaraan bermotor.

### Surve.

Pengambilan data sekunder berupa jenis dan jumlah kendaraan yang melintas di ruas jalan yang menjadi target penelitian dilaksanakan secara langsung di lapangan dengan menempatkan beberapa petugas sampling di beberapa titik pengujian yang dilakukan oleh Kantor BLHD. Pengambilan data primer berupa pengukuran geometrik jalan Urip Sumohardjo, jalan Boulevard, jalan Jendral Sudirman.

### Bagan Alir Metode Penelitian

Ada beberapa tahap yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian ini. Di bawah ini akan disajikan urutan-urutan pelaksanaan dalam penelitian ini (gambar 2).



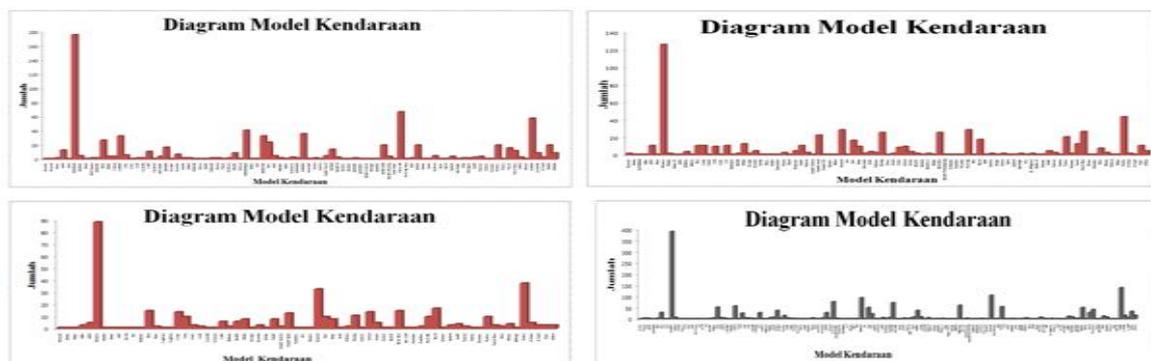
Gambar 2.: Bagan Alir Metodologi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kendaraan Bermotor yang Melalui Uji Emisi

#### Jumlah Kendaraan Roda Empat Berdasarkan Jenis Model Kendaraan

Hasil pengambilan data uji emisi yang dilakukan di Makassar dilakukan pada pukul 08.00 – 17.00 WITA, di tiga lokasi diperoleh sebanyak di jalan Urip Sumohardjo sebanyak 825 kendaraan, di jalan Boulevard sebanyak 642 kendaraan, dan di jalan Jendral Sudirman sebanyak 426 kendaraan.



Gambar 3.: Grafik jumlah kendaraan roda empat berdasarkan jenis merek kendaraan.

Dari gambar 4.1 (gambar keempat/data gabungan) terlihat bahwa jumlah kendaraan yang paling banyak adalah kendaraan yang bermodel Avanza yang berjumlah 392 kendaraan, sedangkan jumlah yang terkecil adalah Accent, Alets, Alphard, Ario, Atoz, Avelia, Aveo,

Averi, AVP, AZZ, , B170, B3, Captina, Captiva, Choit, Corona, Cyclone, Daihatsu, Executive, Exora, F 600, Grand V2, Grandus, H-1, ILO, Izo, Korolah, Krun, Luxuri, Marcis, Mega, Mega Camry, Mikro, , ML 320, Orlando, Outelan, Pete-Pete, Picanto, Pick Up Box, RW, Savvy, Serio, Saga, Spas, Spin, pirit, SSIS, Statio V, Stream, Stwagon, Terrano, dan Timor yang masing-masing berjumlah 1 kendaraan.

### Jumlah Kendaraan Roda Empat Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

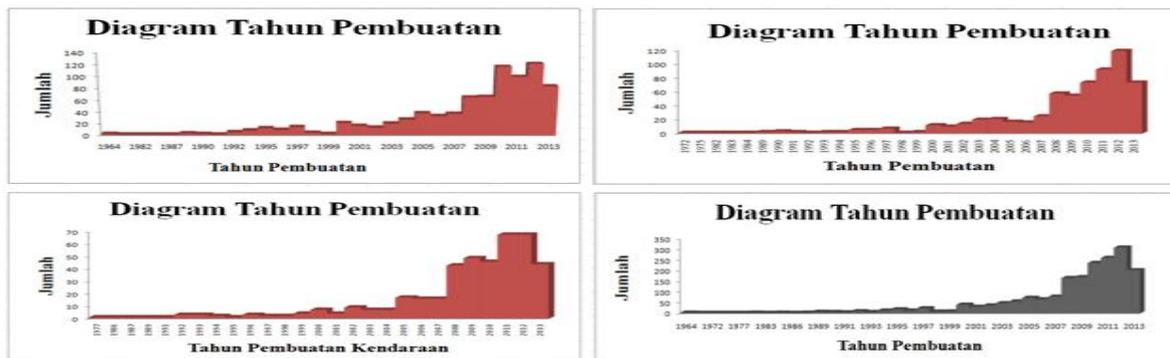
Hasil pengambilan data uji emisi yang dilakukan di Makassar dilakukan pada pukul 08.00 – 17.00 WITA, ditiga lokasi diperoleh sebanyak di jalan Urip Sumohardjo sebanyak 825 kendaraan, di jalan Boulevard sebanyak 642 kendaraan, dan di jalan Jendral Sudirman sebanyak 426 kendaraan. dari jumlah keseluruhan kendaraan roda empat itu terbagi atas kendaraan berbahan bakar gasoline, dan kendaraan berbahan bakar solar. Dengan demikian dapat dilihat jumlah kendaraan pada grafik di bawah ini.

**Tabel 1:** Jumlah kendaraan roda empat berdasarkan bahan bakar.

Nomer	Bahan Bakar	Urip Sumohardjo		Boulevard		Jendral Sudirman		Gabungan	
		Kendaraan	Persen	Kendaraan	Persen	Kendaraan	Persen	Kendaraan	Persen
1	Gasoline	669	81	532	83	365	86	1566	83
2	Solar	156	19	110	17	61	14	327	17
Total		825	100	642	100	426	100	1893	100

### Jumlah Kendaraan Roda Empat Berdasarkan Tahun Pembuatan

Hasil pengambilan data uji emisi yang dilakukan di Makassar jalan Urip Sumohardjo pada pukul 08.00 – 17.00 WITA diperoleh sebanyak 824 kendaraan, di jalan Boulevard sebanyak 642 kendaraan, dan di jalan Jendral Sudirman sebanyak 426 kendaraan. Dari jumlah keseluruhan kendaraan roda empat itu terbagi atas tahun pembuatan. Dengan demikian dapat dilihat jumlah kendaraan pada grafik di bawah ini.



**Gambar 4.:** Grafik jumlah kendaraan roda empat berdasarkan tahun pembuatan.

Dari gambar 4 (gambar keempat/data gabungan) terlihat bahwa jumlah kendaraan yang terbesar di buat pada tahun 2011 dan pada tahun 2012 dengan jumlah 308 kendaraan, sedangkan jumlah kendaraan terkecil di buat pada tahun 1966, tahun 1972, tahun 1975, tahun 1977, tahun 1991, tahun 1983 dan pada tahun 1986 dengan jumlah masing-masing 1 kendaraan.

### Jumlah Kendaraan Roda Empat Berdasarkan Sistem Pembakaran

Hasil pengambilan data uji emisi yang dilakukan di Makassar pada pukul 08.00 – 17.00 WITA yaitu di jalan Urip Sumohardjo sebanyak 825 kendaraan, di jalan Boulevard diperoleh sebanyak 642 kendaraan, di jalan Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 426 kendaraan. Dari jumlah keseluruhan kendaraan roda empat itu terbagi atas sistem pembakaran diesel, injeksi, dan karburator. Dengan demikian dapat dilihat jumlah kendaraan pada grafik di bawah ini.

**Tabel 2.:** Jumlah kendaraan roda empat berdasarkan sistem pembakaran.

No	Bahan Bakar	Urip Sumohardjo		Boulevard		Jendral Sudirman		Gabungan	
		Kendaraan	%	Kendaraan	%	Kendaraan	%	Kendaraan	%
1	Diesel	231	28	112	17	62	15	405	21
2	Injeksi	594	72	470	73	328	77	1392	74
3	Karburator	0	0	60	10	36	8	96	5
<b>Total</b>		<b>825</b>	<b>100</b>	<b>642</b>	<b>100</b>	<b>426</b>	<b>100</b>	<b>1893</b>	<b>100</b>

### Jumlah Kendaraan Roda 4 Berdasarkan Hasil Pengujian Nilai Emisi CO (%) dan CO2(%)

Dari total jumlah kendaraan roda empat yang melalui ruas Jl. Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 519 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Boulevard diperoleh sebanyak 378 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 267 kendaraan, dan total jumlah kendaraan roda empat yang melalui gabungan ketiga ruas jalan tersebut diperoleh sebanyak 1164 kendaraan. Dengan berbagai jenis kendaraan roda empat yang mempunyai nilai emisi CO yang berbeda-beda,

Jumlah kendaraan roda empat berdasarkan nilai emisi CO (%).dan CO2(%).Dari total jumlah kendaraan roda empat yang melalui ruas Jl. Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 668 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Boulevard diperoleh sebanyak 532 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 367 kendaraan. Dengan berbagai jenis kendaraan roda empat yang mempunyai nilai emisi CO2 (%) yang berbeda-beda

**Tabel 3. :** Jumlah Kendaraan Roda Hasil Pengujian Nilai Emisi CO (%) dan CO2(%)

No	Urip Sumohardjo		Boulevard		Jendral Sudirman		Gabungan		No	Urip Sumohardjo		Boulevard		Jendral Sudirman		Gabungan	
	CO (%)	Kendaraan	CO (%)	Kendaraan	CO (%)	Kendaraan	CO (%)	Kendaraan		CO2 (%)	Kendaraan	CO2 (%)	Kendaraan	CO2 (%)	Kendaraan	CO2 (%)	Kendaraan
1	0.00-1.00	408	0.00-1.00	316	0.00-1.00	227	0.00-1.00	951	1	0.00-1.00	2	0.00-1.00	1				
2	1.01-2.00	22	1.01-2.00	19	1.01-2.00	12	1.01-2.00	53	2	0.11-7.10	7	0.01-7.00	9	2.01-4.00	0	1.01-3.00	1
3	2.01-3.00	18	2.01-3.00	13	2.01-3.00	5	2.01-3.00	36	3	7.11-8.10	15	7.01-8.00	16	4.01-6.00	2	3.01-4.50	0
4	3.01-4.00	19	3.01-4.00	7	3.01-4.00	5	3.01-4.00	31	4	8.11-9.10	17	8.01-9.00	14	6.01-8.00	5	4.51-6.00	12
5	4.01-5.00	16	4.01-5.00	8	4.01-5.00	3	4.01-5.00	27	5	9.11-10.10	24	9.01-10.00	9	8.01-10.00	12	6.01-7.50	30
6	5.01-6.00	5	5.01-6.00	5	5.01-6.00	6	5.01-6.00	16	6	10.11-11.10	26	10.01-11.00	26	10.01-12.00	41	7.51-9.00	57
7	6.01-7.00	7	6.01-7.00	5	6.01-7.00	2	6.01-7.00	14	7	11.11-12.10	28	11.01-12.00	45	12.01-14.00	267	9.01-10.00	67
8	7.01-8.00	4	7.01-8.00	5	7.01-8.00	2	7.01-8.00	11	8	12.11-13.10	74	12.01-13.00	25	14.01-16.00	156	10.51-12.00	146
9	8.01-9.00	12			8.01-9.00	3	8.01-9.00	15	9	13.11-14.10	246	13.01-14.00	141			12.01-13.00	470
10	9.01-10.00	8			9.01-10.00	2	9.01-10.00	10	10	14.11-15.10	177	14.01-15.00	169			13.51-15.00	726
									11	15.11-16.10	26	15.01-16.00	1			15.01-16.00	54
									12	16.11-17.10	0					16.51-18.00	1
									13	17.11-18.10	1						
<b>Total</b>		<b>519</b>		<b>378</b>		<b>267</b>		<b>1164</b>	<b>Total</b>		<b>668</b>		<b>532</b>		<b>367</b>		<b>1367</b>

### Jumlah Kendaraan 4 Berdasarkan Hasil Pengujian Nilai Emisi CO Corr (%) dan HC (Ppm)

Dari total jumlah kendaraan roda empat yang melalui ruas Jl. Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 517 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Boulevard diperoleh sebanyak 378 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 267 kendaraan, dan yang melalui gabungan ketiga ruas jalan tersebut diperoleh sebanyak 1162 kendaraan. Dengan berbagai jenis kendaraan roda empat yang mempunyai nilai emisi CO Corr (%) yang berbeda-beda. Dari total jumlah kendaraan roda empat yang melalui ruas Jl. Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 514 kendaraan, yang melalui ruas Jl Boulevard diperoleh sebanyak 407 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 262 kendaraan, dan yang melalui ruas ketiga gabungan jalan tersebut diperoleh sebanyak 1183 kendaraan. Dengan berbagai jenis kendaraan roda empat yang mempunyai nilai emisi HC (Ppm) yang berbeda-beda, maka akan disajikan dalam gambar berikut ini.

**Tabel 4. :** Jumlah Kendaraan Roda Hasil Pengujian Nilai Emisi CO (%) dan CO2(%)

No	Urip Sumohardjo				Boulevard				Jendral Sudirman				Gabungan					
	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan	CO Corr(%)	Kendaraan				
1	0.00-1.00	405	0.00-1.00	315	0.0-1.0	225	0.00-1.00	944	1	0.00-250.00	427	HC	Kendaraan	HC	Kendaraan	HC	Kendaraan	
2	1.00-2.00	19	1.00-2.00	20	1.0-2.0	34	1.00-2.00	33	2	250.01-500.00	32	1.6	301-600	10	840.01-68.00	10	82	
3	2.00-3.00	24	2.00-3.00	7	2.0-3.0	5	2.00-3.00	36	3	500.01-750.00	19	1	601-900	5	680.01-1020.00	1	9	
4	3.00-4.00	14	3.00-4.00	8	3.0-4.0	5	3.00-4.00	27	4	750.01-1000.00	3	1	901-1200	1	1020.01-1360.00	1	3	
5	4.00-5.00	17	4.00-5.00	9	4.0-5.0	2	4.00-5.00	28	5	1000.01-1250.00	4	1	1201-1500	1	1360.01-1700.00	1	2	
6	5.00-6.00	6	5.00-6.00	8	5.0-6.0	4	5.00-6.00	18	6	1250.01-1500.00	2	1	1501-1800	1	1700.01-2040.00	1	3	
7	6.00-7.00	9	6.00-7.00	6	6.0-7.0	3	6.00-7.00	15	7	1500.01-1750.00	2	1	1801-2100	1	2040.01-2380.00	1	2	
8	7.00-8.00	5	7.00-8.00	5	7.0-8.0	2	7.00-8.00	12	8	1750.01-2000.00	2	1	2101-2400	0	2380.01-2720.00	0	2	
9	8.00-9.00	13			8.0-9.0	4	8.00-9.00	35	9	2000.01-2250.00	0	1	2401-2700	0	2720.01-3060.00	0	2	
10	9.00-10.00	7			9.0-10.0	2	9.00-10.00	30	10	2250.01-2500.00	0	1	2701-3000	1	3060.01-3400.00	0	1	
11									11	2500.01-2750.00	2			1	3400.01-3740.00	1		
12									12					1	3740.01-4080.00	1		
Total		517		378		267		1162	Total		514		497		262			1183

### Jumlah Kendaraan Roda Empat Berdasarkan Hasil Pengujian Nilai Emisi O2 (%)

Dari total jumlah kendaraan roda empat yang melalui ruas Jl. Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 665 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Boulevard diperoleh sebanyak 530 kendaraan, yang melalui ruas Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 326 kendaraan, dan yang melalui ruas gabungan ketiga jalan tersebut diperoleh sebanyak 1521 kendaraan. Dengan berbagai jenis kendaraan roda empat yang mempunyai nilai emisi O2 (%) yang berbeda-beda.

**Tabel 5. :** Jumlah Kendaraan Roda Hasil Pengujian Nilai Emisi O2 (%)

No	Urip Sumohardjo				Boulevard				Jendral Sudirman				Gabungan					
	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan	O2(%)	Kendaraan				
1	0.00-1.70	407	0.00-3.00	434	0.00-3.00	285	0.00-3.00	1226	1	0.00-10.00	643	0.00-0.200	0	0.801-0.800	9	0.00-8.000	1342	
2	1.71-3.40	213	3.01-6.00	52	3.01-6.00	19	3.01-6.00	99	2	10.01-20.00	0	0.201-0.400	0	0.801-1.000	81	9.01-18.000	0	
3	3.41-5.10	20	6.01-9.00	26	6.01-9.00	9	6.01-9.00	48	3	20.01-30.00	5	0.401-0.600	38	1.001-1.200	149	18.001-27.000	5	
4	5.11-6.80	7	9.01-12.00	11	9.01-12.00	5	9.01-12.00	15	4	30.01-40.00	3	0.601-0.800	23	1.201-1.400	10	27.001-36.000	2	
5	6.81-8.50	9	12.01-15.00	5	12.01-15.00	2	12.01-15.00	10	5	40.01-50.00	2	0.801-1.000	36	1.401-1.600	8	36.001-45.000	1	
6	8.51-10.20	2	15.01-18.00	1	15.01-18.00	0	15.01-18.00	3	6	50.01-60.00	2	1.001-1.200	34	1.601-1.800	3	45.001-54.000	2	
7	10.21-11.90	2	18.01-21.00	0	18.01-21.00	1	18.01-21.00	0	7	60.01-70.00	3	1.201-1.400	35	1.801-2.000	7	54.001-63.000	3	
8	11.91-13.60	1	21.01-24.00	0	21.01-24.00	0	21.01-24.00	1	8	70.01-80.00	2	1.401-1.600	18		63.001-72.000	2		
9	13.61-15.30	2	24.01-27.00	0	24.01-27.00	4	24.01-27.00	4	9	80.01-90.00	2	1.601-1.800	17		72.001-81.000	2		
10	15.31-17.00	0	27.01-30.00	0				0	10	90.01-100.00	4	1.801-2.000	10		81.001-90.000	2		
11	17.01-18.70	2	30.01-33.00	1				1	11						90.001-99.000	3		
12								1	12						99.001-108.000	1		
Total		665		530		326		1521	Total		666		932		367			1565

### Jumlah Kelulusan Emisi Kendaraan Bermotor

Pengujian emisi kendaraan yang dipusatkan di Jl. Urip Sumohardjo yang dilaksanakan pada pukul 08.00 - 17.00 diperoleh sebanyak 609 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 127 unit kendaraan berbahan bakar solar, di Jl. Boulevard diperoleh sebanyak 508 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 114 unit kendaraan berbahan bakar solar, dan di Jl. Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 308 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 60 unit kendaraan berbahan bakar solar. Dari keseluruhan jumlah kendaraan roda empat tersebut, ada beberapa kendaraan yang tidak

lulus dalam pengujian emisi tersebut. Dari pengujian di lapangan diperoleh data sebagai berikut :

1. Jalan Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 545 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 528 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 27 unit kendaraan berbahan bakar solar.
2. Jalan Boulevard diperoleh sebanyak 496 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 480 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 16 unit kendaraan berbahan bakar solar
3. Jalan Jendral Sudirman diperoleh sebanyak 286 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 283 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 3 unit kendaraan berbahan bakar solar.

**Tabel 6.** : Jumlah Kelulusan Emisi kendaraan bermotor

Nama Jalan	Jenis Bahan Bakar	Total Uji	Lulus		Tidak Lulus	
			Jumlah	Persen (%)	Jumlah	Persen (%)
Urip Sumohardjo	Bensin	609	528	86.7	81	13.3
	Solar	127	27	21.3	100	78.7
	<b>Total</b>	<b>736</b>	<b>545</b>	<b>74</b>	<b>181</b>	<b>24.6</b>
Boulevard	Bensin	508	480	94.5	28	5.5
	Solar	114	16	14	98	86
	<b>Total</b>	<b>622</b>	<b>496</b>	<b>79.7</b>	<b>126</b>	<b>20.3</b>
Jendral Sudirman	Bensin	308	283	92	25	8
	Solar	60	3	5	57	95
	<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>286</b>	<b>77.7</b>	<b>82</b>	<b>22.3</b>

## Model Regresi Emisi Kendaraan Bermotor

### Model Regresi Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Bensin

Berdasarkan hasil analisis data gabungan dengan Y adalah umur kendaraan dan X1 adalah jarak tempuh, X2 adalah kapasitas silinder (CC), X3 adalah karbonmonoksida (CO), X4 adalah karbondioksida (CO<sub>2</sub>), X5 adalah karbonmonoksida koreksi (CO corr), X6 adalah hidrokarbon (HC), X7 adalah oksigen (O<sub>2</sub>), X8 adalah lambda, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Berdasarkan 2 model emisi regresi yang diperoleh di atas, setelah melakukan uji persamaan, persamaan 3 adalah persamaan yang memenuhi SEE ( Standar Error Estimate ), yaitu 3,3925/tahun ( satuan yang dipakai variable terikat/umur kendaraan ).

Dari model yang dianalisis diperoleh R<sup>2</sup> sebesar 0,465 ( R<sup>2</sup> ≈ 1 ) menunjukkan bahwa besarnya peran/kontribusi variable bebas ( X1 dan X4 ) mampu menjelaskan variable terikat ( Y ) yang baik.

Persamaan Regresi :

$$Y = 10,712 + 0,0000538 X1 - 0,523 X4$$

Dimana :

Y = Umur Kendaraan ( Tahun )

X1 = Jarak yang telah ditempuh ( Km)

X4 = Emisi Karbon Dioksida ( % )

No.	Model	R	R <sup>2</sup>	SEE	T	VIF
1	$Y = 3,909 + 1,470 X5$	0,647	0,418	3.533400332	X5 = 1.000	X5 = 1.000
2	$Y = 11,519 - 0,557 X4 + 1,07 X5$	0,670	0,449	3.439684788	X5 = 0.504 X4 = 0.504	X5 = 1.984 X4 = 1.984
3	$Y = 10,712 + 0,0000538 X1 - 0,523 X4$	0,682	0,465	3.392582035	X5 = 0.502 X4 = 0.500 X1 = 0.962	X5 = 1.993 X4 = 1.999 X1 = 1.039
4	$Y = 9,769 + 0,000052 X1 - 0,459 X4$	0,690	0,476	3.356985834	X5 = 0.450 X4 = 0.483 X1 = 0.961 X6 = 0.672	X5 = 0.220 X4 = 2.070 X1 = 1.040 X6 = 1.487
5	$Y = 7,930 + 0,0000511 X1 - 0,405 X4 + 0,978 X5 + 0,002 X6 + 1,092 X8$	0,692	0,479	3.351033457	X5 = 0.415 X4 = 0.433 X1 = 0.958 X6 = 0.672 X8 = 0.883	X5 = 2.441 X4 = 2.038 X1 = 1.043 X6 = 1.488 X8 = 1.133
6	$Y = 7,698 + 0,0000509 X1 + 0,508 X3 - 0,403 X4 + 0,490 X5 + 0,002 X6 + 1,283 X8$	0,694	0,481	3.34537629	X5 = 0.044 X4 = 0.433 X1 = 0.958 X6 = 0.663 X8 = 0.665	X5 = 22.691 X4 = 2.308 X1 = 1.044 X6 = 1.509 X8 = 1.169

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data pada maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

Nilai emisi CO yang terbesar adalah antara 0.00-1.00 sebanyak 82% dan berjumlah 951 kendaraan. Nilai emisi HC yang terbesar adalah antara 0.00-340.00 sebanyak 92% dan berjumlah 1092 kendaraan. Nilai opasitas yang terbesar adalah antara 90.001-10.000 sebanyak 32% dan berjumlah 96 kendaraan.

Jalan Urip Sumohardjo diperoleh sebanyak 545 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 528 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 27 unit kendaraan berbahan bakar solar.

Jalan Pengayoman diperoleh sebanyak 496 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 480 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 16 unit kendaraan berbahan bakar solar. Jalan Hertasing diperoleh sebanyak 286 unit kendaraan yang memenuhi standar baku mutu. Jumlah tersebut terdiri dari 283 unit kendaraan berbahan bakar bensin dan sebanyak 3 unit kendaraan berbahan bakar solar.

Model terbaik untuk meramalkan analisa regresi untuk bahan bakar bensin yaitu  $Y = 10,712 + 0,0000538 X1 - 0,523 X4$  dengan nilai R<sup>2</sup> ( R Square ) sebesar 0,465. Model regresi untuk bahan bakar solar yaitu  $Y = 6,336 + 0,000127 X1$  dengan nilai R<sup>2</sup> ( R Square ) sebesar 0,1523. Berdasarkan interpretasi nilai R, koefisien determinasi R<sup>2</sup> yang diperoleh terbilang sangat rendah. Dengan demikian, persamaan yang diperoleh melalui pengujian statistik, tidak dapat digunakan. Karena tidak memenuhi ketentuan signifikansi koefisien determinasi R<sup>2</sup> (R Square) yang ideal.

## DAFTAR PUSTAKA

Ishak, Tarmisi. 2013. Studi Model Kegagalan Uji Emisi Kendaraan Roda Empat Di Kota Makassar, Universitas Hasanuddin, Makassar.

- Agusyana, Yus. 2011. *Olah Data Skripsi dan Penelitian dengan SPSS 19*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Sumarawati, Titiek. 2010. *Pengaruh Kepadatan Lalu- Lintas Pada Jam Puncak Terhadap Kandungan Gas Karbon Monoksida (CO) Di Jalan Raya Kaligawe Semarang*, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Gusnita, Dessy. 2012. *Analisa Faktor Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar Solar Menggunakan Rancangan Acak Lengkap*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Dinawan, Rhendria. 2010. *Analisis Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian*, Universitas Diponegoro Semarang, Semarang.
- Purwindah, Ratih Hafsari, Sulistiyani, Budiyono. 2012. *Hubungan Kadar Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Dengan Profil Darah Studi Pada Petugas Pengujian Emisi Gas Buang Dinas Perhubungan Kabupaten Purbalingga dan Banjarnegara*, Kesehatan Lingkungan UNDIP, Purbalingga.

## **DAMPAK DEGRADASI LINGKUNGAN TERHADAP TRANSPORTASI SUNGAI MAHAKAM**

**Efendy Tambunan**  
Dosen Teknik Sipil FT UKI  
[efendytam@yahoo.com](mailto:efendytam@yahoo.com)

### **Abstract**

The River Mahakam has a big role for citizen who live in the East Kalimantan region. This river is as the barometer of a natural balance in this area. At present, all of upstream regions of the River Mahakam were converted from the forest areas to palm plantations and coal mining in massive scale. Its impact, the River Mahakam has a big sedimentation and decreasing discharge of water. In order to understand how big the impact of its problem to sustainability of river transportation, the research has conducted to calculate sedimentation and the discharge of water into the River Mahakam with descriptive method. The research showed that sedimentation has increased and the discharge of water has decreased into the River Mahakam. This problem has been threatening sustainability the River Mahakam as waterway.

### **Abstrak**

Sungai Mahakam merupakan urat nadi kehidupan penduduk yang bermukim di wilayah Kalimantan Timur. Dari aspek sosio kultural, transportasi sungai di wilayah Kaltim sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat. Selain urat nadi kehidupan penduduk, sungai juga merupakan barometer keseimbangan alam. Pada saat ini Sungai Mahakam mengalami tekanan lingkungan yang besar berupa penyusutan debit air, pendangkalan karena sedimentasi akibat degradasi lingkungan di hulu sungai. Untuk meneliti potensi dan ancaman transportasi sungai, dilakukan survey langsung ke Sungai Mahakam dengan metode deskriptif. Hasil survey di wilayah DAS Sungai Mahakam menunjukkan, Sungai Mahakam mengalami pendangkalan dan penyusutan debit air besar-besaran. Masalah ini akan akan mengancam keberlangsungan Sungai Mahakam sebagai waterway.

**Kata Kunci:** Sungai Mahakam, sedimentasi, debit air, transportasi sungai, degradasi lingkungan

## **PENDAHULUAN**

### **Latar belakang**

Masterplan Percepatan & Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) adalah program pemerintah pusat dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat di seluruh nusantara melalui pembangunan dan pengembangan infrastruktur dan peningkatan kualitas SDM. Untuk mengimplementasikan MP3EI di seluruh wilayah Indonesia, harus dipertimbangkan kondisi geografis, sosio kultural masyarakat dan Rencana Jangka Menengah (RJM) dan Jangka Panjang (RJP) setiap wilayah provinsi. Atau dengan kata lain, implementasi MP3EI tidak harus mengintervensi RJM dan RJP yang sudah di rencanakan di setiap provinsi tetapi MP3EI harus bersinergi dengan RJM dan RJP Kaltim.

Penelitian ini di fokuskan pada infrastruktur transportasi karena kondisi dan ketersediaan infrastruktur transportasi seperti jalan, pelabuhan dan bandara di wilayah Kalimantan Timur sangat memprihatinkan. Sebagai contoh, Jaringan Jalan Provinsi dan Trans Kalimantan hampir 40 persen dalam kondisi rusak ringan dan rusak berat. Demikian juga frekuensi penerbangan di Bandara Sepinggian semakin meningkat sehingga pelayanan bandara overload, baik di sisi udara maupun sisi darat. Masalah yang tidak kalah peliknya adalah pelabuhan di Balikpapan dan Samarinda sudah overload mengakibatkan pelayanan bongkar muat barang semakin lambat dan mahal.

### **Kondisi geografis dan geologis Kaltim**

Wilayah Kaltim mempunyai kondisi geografis berbukit dan bergunung. Sekitar 40% wilayah Kaltim relatif datar dan 60% berbukit dan bergunung. Potensi SDA tersebar di semua wilayah kabupaten. Provinsi Kalimantan yang terdiri dari 11 Kabupaten dan 2 Kota dengan luas wilayah sekitar 195.446,75 Km<sup>2</sup> (BPS Kaltim,2010).

Sekitar 40% wilayah Kalimantan Timur masuk Daerah Aliran Sungai (DAS) Mahakam. Wilayah DAS Sungai Mahakam kaya dengan sumber daya alam. DAS Sungai Mahakam memiliki ratusan anak sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat pedalaman dan perusahaan tambang batubara sebagai waterway.

### **Tujuan penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat sedimentasi dan pengurangan debit air ke Sungai Mahakam sebagai dampak dari konversi lahan di hulu Sungai Mahakam dari kawasan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit dan tambang batubara.

### **Lingkup penelitian**

Cakupan penelitian ini meliputi analisis potensi Sungai Mahakam sebagai urat nadi kehidupan masyarakat yang bermukim di Daerah Aliran Sungai Mahakam. Kemudian menganalisis implementasi MP3EI di Koridor Provinsi Kaltim.

Penelitian ini adalah serial penelitian mulai dari hulu Sungai Mahakam di Busang hingga Sungai Mahakam di Kota Samarinda. Penelitian di hulu Sungai Mahakam dilakukan pada tahun 2010 dan di wilayah Kalimantan Timur dari tanggal 10-23 Agustus 2012 dan 15-18 Maret 2013. Penelitian di sejumlah hulu Sungai Mahakam lainnya tidak dilakukan karena terbatasnya waktu dan biaya penelitian.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan adalah serial penelitian. Penelitian pertama merupakan penelitian yang dilakukan di hulu Sungai Mahakam yaitu Sungai Atan yang merupakan anak Sungai Keninjau. Penelitian yang kedua adalah menganalisis potensi Sungai Keninjau yang merupakan hulu Sungai Mahakam dan Sungai Mahakam sendiri di Kota Samarinda dan dikaitkan dengan MP3EI di Koridor Kalimantan Timur. Metode penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif.

### **Pendekatan analitis**

Untuk menentukan berapa besarnya pengaruh degradasi lingkungan terhadap hulu dan hilir Sungai Mahakam dilakukan dengan menentukan luas perkebunan kelapa sawit dan tambang batubara di kabupaten Kutai Barat, Kutai Timur, Kutai Kartanegara dan Kota Samarinda. Berdasarkan survey lapangan dan analisis melalui Peta Kaltim skala 1:1.000.000 menunjukkan bahwa tidak semua hulu sungai di ketiga wilayah kabupaten bermuara pada Sungai Mahakam tetapi sebahagian besar mengalir ke Sungai Mahakam. Atau dengan kata lain, hampir 90 persen hulu sungai mengalir ke Sungai Samarinda.

Pada umumnya lokasi perkebunan sawit dan pertambangan batubara berdekatan dengan sungai. Limbah sawit dan limbah dari hasil cucian batubara dibuang ke hulu Sungai Mahakam. Berdasarkan persyaratan amdal, limbah tambang batubara dan kelapa sawit harus di daur ulang terlebih dahulu sebelum dibuang ke hulu Sungai Mahakam. Tetapi karena lemahnya pengawasan dan alasan biaya daur ulang yang besar sehingga banyak

limbah tersebut dibuang begitu saja oleh perusahaan tersebut ke sungai tanpa proses daur ulang.

Selain limbah, perkebunan kelapa juga sawit membutuhkan air yang sangat banyak. Kehadiran perkebunan kelapa sawit mengurangi debit air dan menimbulkan erosi dan sedimentasi ke sungai. Besarnya penyusutan debit air ke Sungai Mahakam didasarkan pada berapa luasnya perkebunan kelapa sawit di ketiga kabupaten dan Kota Samarinda.

### **Pengukuran defisit air dan sedimentasi**

Penyusutan debit air dan sedimentasi dihitung berdasarkan luas lahan perkebunan kelapa sawit dan tambang batubara. Dengan bantuan Peta Kalimantan Timur 1.000.000, dapat ditentukan lokasi perkebunan sawit dan tambang batubara yang berpengaruh langsung terhadap pengurangan debit air dan sedimentasi ke hulu Sungai Mahakam.

Pertambangan batubara menimbulkan erosi dan sedimentasi dalam skala masif ke Sungai Mahakam. Erosi dan sedimentasi diukur dari luas tambang batubara dan volume batubara yang dicuci. Tetapi besarnya dampak erosi dan sedimentasi dalam penelitian ini hanya dihitung dari perluasan perkebunan kelapa sawit dan tambang batubara. Besarnya tingkat sedimentasi akibat pencucian batubara tidak dapat ditentukan karena sulitnya memperoleh data dari volume lumpur yang terbuang dari proses pencucian batubara.

### ***Defisit air dari perkebunan sawit***

Setiap batang sawit membutuhkan 12 liter air per hari. Setiap Ha kelapa sawit terdiri dari 125 batang. Sumber air untuk Sungai Mahakam berasal dari hulu Sungai Mahakam yang terletak di wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara, Kutai Timur dan sebahagian kecil dari Kutai Barat.

$$Q = L \times V \times B \times P$$

Q = defisit air (m<sup>3</sup> atau kubik)

V = konsumsi air setiap pohon kelapa sawit (12 liter/pohon/hari)

B = jumlah pohon sawit per ha (125 pohon/ha)

P = prosentasi luas kebun sawit yang berpengaruh terhadap Sungai Mahakam

### ***Sedimentasi***

Besarnya tingkat sedimentasi ke hulu Sungai Mahakam diukur dari luas tambang batubara di ketiga wilayah kabupaten dan Kota Samarinda. Jumlah sedimentasi per ha sangat sulit ditentukan secara akurat tetapi dengan perhitungan sederhana, dapat ditentukan dengan rumus berikut ini.

$$V = L \times T \times P$$

V = luas tambang batubara per wilayah (ha)

T = tebal soil yang tererosi (m/tahun)

P = prosentasi luas tambang dia suatu wilayah (%)

### **Objek Penelitian**

Dalam Masterplan Percepatan dan Perluasan Ekonomi Indonesia (MP3EI) di wilayah Provinsi Kalimantan Timur, implementasi MP3EI dikaitkan dengan eksistensi dan masa depan Transportasi Sungai Mahakam. Yang diteliti adalah prospek transportasi sungai di Sungai Mahakan sebagai bagian dari MP3EI dan ancaman Sungai Mahakam sebagai waterway akibat dampak negatif dari degradasi lingkungan dalam skala masif dan budaya sebagian masyarakat yang membuang sampah di Daerah Aliran Sungai Mahakam. Survey di lakukan di hulu Sungai Mahakam dan di Kota Samarinda. Data sekunder dari berbagai

sumber dipakai sebagai pembanding. Penelitian dilakukan secara deskriptif dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan.

## ANALISIS

### Potensi Sungai Mahakam

Berdasarkan survey potensi transportasi sungai di salah satu hulu Sungai Mahakam seperti Sungai Telen di Muara Ancalong dan Kota Samarinda, Sungai Mahakam masih dimanfaatkan oleh masyarakat yang bermukim sebagai waterway di DAS Sungai Mahakam dan mengangkut batubara dari wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara. Hingga saat ini, transportasi sungai masih dimanfaatkan sebagai prasarana transportasi angkutan barang dan penduduk dari hulu Sungai Mahakam ke Kota Samarinda. Selain transportasi barang dan penumpang, Sungai Mahakam juga banyak dimanfaatkan untuk mengangkut batubara.

### Ancaman kerusakan lingkungan

Transportasi Sungai Mahakam sebagai bagian yang terintegrasi dengan sistem jaringan jalan di sebahagian wilayah Kalimantan Timur mengalami masalah pengurangan debit air dan sedimentasi. Penguangan debit air dan sedimentasi menyebabkan pendangkalan dan mengancam keberlanjutan Sungai Mahakam sebagai waterway.

Tingkat degradasi lingkungan dipengaruhi oleh deforestasi alibat dampak dari perluasan perkebunan kelapa sawit dan tambang batubara. Selain pengaruh degradasi lingkungan, kebiasaan masyarakat yang membuang sampah ke Sungai Mahakam turut mempercepat pendangkalan sungai.

### Pengurangan debit air

Berdasarkan analisis lokasi dan luas perkebunan sawit dari Peta Kaltim Skala 1.000.000, luas perkebunan kelapa sawit yang berpengaruh langsung terhadap pengurangan debit air ke Sungai Mahakam adalah 348.891Ha (table 1). Penentuan besarnya pengaruh pengurangan debit air (persentasi) tergantung pada luas perkebunan sawit masing-masing kabupaten dan Kota Samarinda didasarkan pada letak perkebunan yang berlokasi di hulu Sungai Mahakam.

**Tabel 1.** Luas Kebun Sawit yang Berpengaruh terhadap Pengurangan Volume Air di Sungai Mahakam

Kabupaten/Kota	Luas kebun sawit (ha)	Prosentasi pengaruh (%)	Luas pengaruh (ha)
Kutai Kartanegara	182.758	100	182.758
Kutai Timur	250.626	60	150.000
Kutai Barat	29.046	50	15.000
Samarinda	1.136	100	1.136
	Total		348.894

Sumber: BPS Kaltim, 2010

Defisit air per hari : 348.894 ha x 125 batang/ha x 12 ltr/btg=  
523.341.000 liter

Pengurangan debit air per hari : 523.341.000 liter/24 jam/1000 ltr = 21.806 m<sup>3</sup>/jam

Debit air yang berkurang ke hulu Sungai Mahakam sebesar 523.341.000 liter per hari atau 21.806 m<sup>3</sup>/jam. Tingginya pengurangan debit air menimbulkan masalah yang sangat serius terhadap keberlangsungan transportasi Sungai Mahakam.

Jumlah HPH di Kalimantan Timur sebanyak 77 perusahaan dengan luas HPH 5.498.045,10 ha, sedangkan luas Hutan Tanaman Industri (HTI) 1.372.791,40 ha yang dikelola oleh 30 perusahaan HTI (BPS Kaltim, 2012). Aktivitas perusahaan HPH menyebabkan perluasan tanah kritis dalam skala masif. Sumber utama penyusutan debit air adalah meluasnya tanah kritis. Besarnya dampak penyusutan debit air akibat meluasnya tanah kritis tidak dapat diukur secara akurat.

Penyusutan debit air ke Sungai Mahakam tidak hanya disebabkan oleh perkebunan kelapa sawit, tambang batubara dan kegiatan perusahaan HPH tetapi juga dampak dari illegal logging. Lokasi illegal logging terletak pada hulu Sungai Mahakam. Peneliti melakukan survey ke hulu sungai yaitu Sungai Kinjau di wilayah Kecamatan Muara Ancalong, Kutai Timur (gambar 1).



**Gambar 1.** Illegal Logging di Sungai Kinjau

Illegal logging masih marak karena lemahnya pengawasan dan penegakan hukum. Dampak illegal logging sangat berpengaruh terhadap pengurangan debit air dan lahan kritis di hulu sungai. Pengurangan debit air tidak hanya mengganggu transportasi sungai tetapi juga mengancam ekosistem hulu sungai.

### ***Sedimentasi***

Total luas lahan untuk tambang batubara di Kalimantan Timur adalah 4.477.000 Ha. Dari total luas lahan tersebut, luas lahan tambang yang berpengaruh terhadap sungai mahakam adalah kurang lebih 10%. Tebal top soil yang tererosi ke hulu Sungai Mahakam ditentukan sebagai berikut.

$$V = 4.477.000 \text{ ha} \times 0,1\text{m} \times 10\% = 4.477 \text{ m}^3 \text{ per tahun}$$

Volume sedimentasi tanah yang masuk ke hulu Sungai Mahakam adalah 4.477 kubik per tahun. Aliran air hujan di lahan perkebunan kelapa sawit tidak dapat ditahan dan cenderung menimbulkan pengikisan tanah dan menimbulkan erosi ke hulu Sungai Mahakam. Dari perhitungan berkurangnya debit air dan bertambahnya sedimentasi ke Sungai Mahakam menunjukkan seriusnya kerusakan lingkungan terhadap Sungai Mahakam.

Fakta menunjukkan bahwa tingkat sedimentasi di DAS Mahakam semakin tinggi. Menurut berbagai sumber, tingkat kekeruhan air yang mempunyai muatan padat tersuspensi (mpt) di Sungai Mahakam mencapai 80 mg/liter. Atau dengan kata lain bahwa tingkat sedimentasi

Sungai Mahakam sudah mencapai 3.78 x 1.000.000 ton/tahun. Selain menyebabkan pendangkalan, sedimentasi menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air. dari segi fisik maupun kimia.

Akibat sedimentasi dalam skala masif, dasar sungai Mahakam mengalami pendangkalan antara 15 cm setiap tahun tetapi di sejumlah lokasi tingkat pendangkalan bisa mencapai diatas 15 cm. Atau dengan kata lain Sungai Mahakam setiap tahun menerima sedimentasi seberat 28 juta ton material.

Limbah batubara banyak dibuang langsung oleh perusahaan tambang ke hulu sungai tanpa pengolahan limbah. Selain menghasilkan sedimentasi ke hulu sungai, limbah cucian batubara mengandung logam berat yang membahayakan manusia dan habitat di hulu sungai.

### ***Sampah***

Masyarakat yang tinggal di Daerah Aliran Sungai Mahakam dan di Kota Samarinda masih banyak yang mempunyai kebiasaan buruk dengan membuang sampah ke Sungai Mahakam. Sampah berasal dari berbagai sumber, antara lain sampah rumah tangga, sampah yang dibuang di dermaga tradisional di dekar Pasar Pagi Kota Samarinda.

Tumpukan sampah dari aktivitas warga di dermaga penumpang lokal di samping bangunan Pasar Pagi sangat mengkuatirkan (gambar 2). Berdasarkan pengamatan peneliti di dermaga penumpang lokal, tempat sampah tidak tersedia dekat dermaga sehingga masyarakat membuang sampah ke pinggir Sungai Mahakam.

Sampah yang terdiri dari sampah serpihan kayu dan plastik, selain membuat Sungai Mahakam dangkal dan kotor, menimbulkan bau yang tidak sedap dan mengurangi kenyamanan di sekitar dermaga. Kebanyakan sampah di dermaga bersumber dari sampah dari kemasan komoditas pertanian yang dibuang sembarangan.



**Gambar 2.** Kondisi sampah di dermaga komoditas pertanian

### **MP3EI dan lingkungan**

Dalam MP3EI di wilayah Kaltim tidak banyak dibahas secara rinci mengenai dampak implementasi MP3EI terhadap kerusakan lingkungan. Integrasi MP3EI dengan transportasi

sungai akan mendorong upaya pemeliharaan Sungai Mahakam oleh semua pemangku kepentingan (*stake holder*) dengan argumentasi bahwa Sungai Mahakam membawa banyak manfaat kepada peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Mengingat sungai merupakan simbol keseimbangan alam, masa depan Sungai Mahakam harus menjadi perhatian serius baik pemerintah, perusahaan dan masyarakat yang tinggal di Daerah Aliran Sungai Mahakam. Implementasi Masterplan Percepatan dan perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia di Provinsi Kalimantan Timur khususnya dan di Koridor Kalimantan umumnya harus terkait erat dengan kelestarian lingkungan seperti menjaga kelestarian sungai sebagai bagian dari MP3EI.

## KESIMPULAN

Pada saat ini, Sungai Mahakam menghadapi ancaman akibat degradasi lingkungan di hulu sungai yang bersumber dari illegal logging, perluasan perkebunan kelapa sawit, kegiatan tambang batubara. Degradasi lingkungan di hulu sungai mengakibatkan pengurangan debit air dan sedimentasi masif. Selain degradasi lingkungan, budaya masyarakat yang masih membuang sampah ke Sungai Mahakam turut memicu pendangkalan. Pendangkalan dan pengurangan debit air di Sungai Mahakam tidak hanya mengancam masa depan transportasi sungai tetapi juga mengganggu keseimbangan lingkungan di Daerah Aliran Sungai Mahakam. Integrasi MP3EI dengan transportasi sungai (sebagai feeder) dalam konsep multimoda akan memudahkan angkutan komoditas pertanian dan batubara dari hulu sungai ke pemakai dan akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Selain meningkatkan kesejahteraan, implementasi MP3EI yang terintegrasi dengan angkutan sungai akan mendorong semua pemangku kepentingan, seperti Pemprov, Pemda, Pemkot, perusahaan dan masyarakat untuk memelihara Sungai Mahakam dengan upaya memperbaiki degradasi lingkungan sungai dibagian hulu sekaligus menjaga kelestarian lingkungan di Daerah Aliran Sungai Mahakam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I, Ernesto, M., Pernia (2003), *Infrastructure and Poverty Reduction, What is the Connection?* Asian Development Bank, Manila, Philippines.
- Adriyati, R., Radam, I.F. (2007), *Desain Angkutan Sungai Berdasarkan Tingkat Minat Penumpang*, Prosiding Simposium X, FSTPT, Uni Taruma Negara, Jakarta.
- Biro Pusat Statistik Pemprov Kaltim (2011), MP3EI di Provinsi Kalimantan Timur
- Jonkeren, O., Jourquin, B., Rietveld, P. (2011), *Modal-split effects of climate change: The effect of low water levels on the competitive position of inland waterway transport in the river Rhine area*, *Journal Transportation Research Part A*
- Papacostas, C.S. & Prevedouros, P.D. (1993), *Transportation Engineering Planning*, Honolulu, Hawaii.
- PT. Fitratama Sempana (2010), Peta Provinsi Kalimantan Timur Skala 1.000.000
- Trissan, W., Priyanto, S. (2008), *Analisis Pemilihan Moda Angkutan Sungai di Kalimantan Tengah*, Prosiding Simposium XI FSTPT, Uni. Diponegoro, Semarang.
- <http://samarindakota.go.id>

# **PREDIKSI JUMLAH FATALITAS DENGAN METODE ARTIFIAL NEURAL NETWORK BERDASARKAN UNDANG-UNDANG LALU LINTAS TAHUN 2009 DAN KARAKTERISTIK WILAYAH**

**Supratman Agus**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia

Jalan Dr. Setiabudi No. 207 Bandung, Indonesia

Telp : (022) 2011576

supratman\_agus@yahoo.com

## **Abstract**

Ordinance Number 22 Year 2009 stated that fatality data must be completed with hospitals' data. However, the data reported by Republic of Indonesia Police has not been in accordance to the law. In many countries, researchers have been using population and motor vehicles numbers as variables to predict fatality victims' number. Those variables are not fit with Indonesian condition. The main purpose of the study was to develop better fatality prediction model in line with Indonesian condition. This was done by developing multivariable ANN models. The model was built by using population data taken from 26 cities/ in West Java Province. Main results from model validation test are: (1) three variables ANN with two hidden layer prediction model was the best prediction used for to predict fatality numbers; (2) Fatality number was 90.93% bigger than that fatality data reported by Police RI, that was, 2026 people; ANN3-2HL prediction model was unfit to be used in Indonesia.

**Key Words:** *fatality data, multivariable, Artificial Neural Network (ANN) model, West Java Province*

## **Abstrak**

UU lalu lintas Nomor 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa data fatalitas perlu dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian adalah berasal dari TKP. Di berbagai negara, untuk memprediksi jumlah fatalitas peneliti menggunakan dua variabel yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Oleh karena itu tujuan utama studi ini mengembangkan model Artificial Neural Network (ANN) multivariabel untuk prediksi fatalitas di Indonesia. Model prediksi dibangun dengan input data populasi tahun 2007-2010 dari 26 kabupaten-kota di Jawa Barat. Hasil studi adalah: (1) model ANN tiga variabel dengan dua hidden layer (ANN3-2HL) merupakan model prediksi fatalitas terbaik dari hasil uji validasi model MAE, MAPE, dan RMSE. (2) Jumlah prediksi fatalitas tahun 2010 di Provinsi Jawa Barat adalah 3872 orang, yaitu lebih banyak 90,93% dari data Kepolisian yaitu 2028 orang. Direkomendasikan agar model ANN3-2HL dapat digunakan secara luas untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual pada studi keselamatan jalan di Indonesia.

**Kata Kunci :** *Data fatalitas, multivariabel, Model Andreassen, model Artificial Neural Network (ANN)*

## **PENDAHULUAN**

Di Indonesia, Undang-undang Lalu Lintas RI Nomor 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa data fatalitas harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Negara RI belum mencerminkan jumlah korban sebenarnya. Data tersebut adalah data korban kecelakaan lalu lintas di lokasi kejadian (TKP), belum dilengkapi dengan data korban kecelakaan lalu lintas yang meninggal dunia di rumah sakit. Asian Development Bank (2005) melaporkan, bahwa di Indonesia jumlah fatalitas yang sebenarnya terjadi hampir empat kali dari data yang tercatat di Kepolisian Negara RI, sehingga diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalu lintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. Keadaan ini mengindikasikan adanya *under-reporting*. Data fatalitas yang tidak akurat tidak layak digunakan dalam studi keselamatan lalu lintas

jalan; Hasil studi yang diperoleh juga tidak layak digunakan untuk menetapkan berbagai kebijakan strategis untuk memperbaiki sistem pengelolaan keselamatan jalan di Indonesia. Di banyak negara termasuk di Indonesia, peneliti *road safety* pada umumnya memprediksi jumlah fatalitas yang terjadi menggunakan model prediksi yang dikembangkan oleh Smeed (1949) dan Andreassen (1985) di Eropa. Model prediksi tersebut dibangun berdasarkan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor. Variabel ini perlu dikaji ulang karena Indonesia memiliki jumlah penduduk terbanyak, jumlah kendaraan bermotor tertinggi, sarana infrastruktur jalan terpanjang, dan wilayah daratan terluas dibandingkan dengan negara-negara di Eropa. Oleh karena itu studi ini dimaksudkan untuk mengembangkan variabel penelitian untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual sesuai dengan karakteristik wilayah dan infrastruktur transportasi jalan di Indonesia, yaitu dari dua variabel menjadi *multivariabel* dengan mengembangkan model *Artificial Neural Network* (ANN). *Multivariabel* tersebut adalah jumlah penduduk, panjang jalan, jumlah kendaraan bermotor, luas wilayah, dan jumlah kepemilikan Surat Ijin Mengemudi (SIM). Diharapkan keluaran hasil studi adalah model prediksi fatalitas terbaru agar dapat digunakan secara luas untuk meramalkan jumlah *fatalitas* aktual di Indonesia. Semoga.

### ***Pencatatan Fatalitas Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia***

Pencatatan data fatalitas korban kecelakaan lalu lintas jalan di Indonesia diamanatkan oleh Undang-undang Lalu lintas RI Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 233, bahwa setiap kecelakaan lalu lintas wajib dicatat dalam formulir data kecelakaan lalu lintas yang merupakan bagian dari data forensik. Data kecelakaan lalu lintas tersebut dikelola oleh Kepolisian Negara Republik Indonesia harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit, dan dapat dimanfaatkan oleh pembina Lalu Lintas dan Angkutan Jalan di Indonesia.

Data yang dimaksud adalah data korban kecelakaan lalu lintas meninggal dunia (*fatality*), korban luka parah (*serious injury*), dan korban luka ringan (*slight injury*). *International Road Traffic and Accident Database* (IRTAD, 1998) memberikan definisi bahwa *fatalitas* adalah korban kecelakaan lalu lintas yang meninggal dunia seketika atau yang mati dalam waktu 30 hari sejak terjadi kecelakaan. Oleh sebab itu, Pasal 233 Undang-undang Lalu lintas RI Nomor 22 mengandung makna, bahwa pencatatan data kecelakaan lalu lintas seyogyanya dilakukan oleh Kepolisian Negara RI bersama pihak rumah sakit sehingga data korban kecelakaan lalu lintas yang dilaporkan memiliki nilai akurasi tinggi; Namun, pada saat ini pendataan korban kecelakaan lalu lintas oleh Kepolisian masih berdasarkan data korban di tempat kejadian (TKP), belum dilengkapi dengan data dari rumah sakit.

Hasil studi beberapa pakar transportasi di Indonesia dan lembaga internasional menunjukkan, bahwa Indonesia menghadapi masalah pencatatan jumlah korban kecelakaan lalu lintas yang sangat serius. Diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalu lintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. Departemen Perhubungan RI (2004) menyatakan, bahwa Kepolisian mencatat korban meninggal dunia di tempat kejadian. Polri baru mengembangkan program pencatatan korban kecelakaan lalu lintas secara terpadu dengan *Integrated Road Management System* (IRMS) pada tahun 2011 sebagai pilot proyek. Kementerian Kesehatan dan Rumah Sakit tidak melaporkan jumlah *fatalitas* dalam 30 hari setelah terjadinya kecelakaan kepada Kepolisian RI. Sistem informasi manajemen rumah sakit dilaksanakan dengan baik; Sedangkan pihak Asuransi Jasa Raharja RI (AJR) hanya mencatat kasus berdasarkan klaim yang diajukan oleh keluarga korban. Pengelompokan pendataan oleh masing-masing instansi tersebut menghasilkan informasi data yang berbeda-beda untuk kejadian kecelakaan yang sama. MTI (Masyarakat Transportasi Indonesia) pada tahun 2007 melaporkan, bahwa di Indonesia instansi yang melakukan pendataan korban kecelakaan lalu lintas tidak mampu berkoordinasi dengan baik, masing-masing berjalan sendiri-sendiri seakan tidak

mengindahkan mitranya. Akibatnya, sistem pengelolaan keselamatan lalu lintas jalan sangat buruk dan angka kecelakaan lalu lintas terus meningkat menjadi tinggi. Data korban kecelakaan lalu lintas yang dilaporkan oleh Kepolisian RI meragukan karena sangat rendah dan tidak mencerminkan kenyataan yang sesungguhnya. Di beberapa negara, pengumpulan data fatalitas (*data base*) menjadi sangat penting dengan akurasi data yang tidak diragukan.

## STUDI LITERATUR

### *Data Fatalitas Jalan di Negara ASEAN*

WHO (2009) melaporkan bahwa setiap tahun rata-rata 30.000 jiwa meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas di jalan. Di negara-negara ASEAN, Indonesia menempati peringkat ketiga paling tinggi dalam jumlah korban meninggal dunia. Hobbs (1995) berpendapat, bahwa kasus kecelakaan lalu lintas sulit diminimalisasi dan cenderung meningkat seiring penambahan panjang jalan dan banyaknya pergerakan kendaraan. Departemen Perhubungan RI (2004) menyatakan, bahwa sistem pencatatan informasi korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia adalah yang paling buruk, yaitu pada peringkat ke-10 dari 10 negara ASEAN. Tabel 1 menunjukkan data fatalitas korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia terhadap beberapa negara di ASEAN.

**Tabel 1** Data Fatalitas di ASEAN 2010 (WHO, 2013)

Negara	Populasi	Jumlah Kendaraan	Data Fatalitas
Brunei	398.920	349.279	46
Camboja	14.443.679	1.652.534	1.816
<b>Indonesia</b>	239.870.944	72.692.857	31.234
Laos	6.200.894	1.008.788	790
Malaysia	28.401.017	20.188.565	6.872
Myanmar	47.963.010	33.166.411	11.029
Philipina	93.269.800	6.634.855	6941
Singapura	5.086.418	945.829	193
Thailand	69.122.232	28.484.829	13.766
Vietnam	87.848.460	33.166.411	11.029

### *Peranan data fatalitas pada studi keselamatan lalu lintas jalan*

Pada studi *road safety*, data fatalitas kecelakaan lalu lintas merupakan *primary data*. Akurasi data fatalitas diperlukan untuk memperoleh hasil studi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Hasil studi sangat berguna untuk menetapkan kebijakan strategis, antara lain menetapkan strategi penegakan hukum (*enforcement*); Mengembangkan sistem keselamatan lalu lintas jalan untuk menurunkan risiko korban kecelakaan lalu lintas; Memperbaiki daerah rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*); Menyusun program rencana aksi jalan berkeselamatan, dan melaksanakan evaluasi terhadap program yang telah dan sedang dilakukan untuk masa yang akan datang. Menurut kajian Direktorat Keselamatan Transportasi Darat RI (2008), data korban kecelakaan lalu lintas yang tidak akurat baik secara kuantitas maupun kualitas, tidak bisa digunakan menjadi sumber sah dalam rangka menganalisis dan menyusun kebijakan umum perbaikan sistem keselamatan jalan di Indonesia. Bila studi keselamatan jalan (*road safety*) dilakukan dengan *input data* yang tidak memiliki akurasi tinggi, maka *output* hasil tidak dapat mencapai sasaran untuk memperbaiki suatu kondisi yang diharapkan.

### Model Prediksi Andreassen (1985)

Andreassen mengembangkan model prediksi Smeed (1949) dengan melakukan penyesuaian parameter *intercept* dan *gradient* dari persamaan Smeed agar model prediksi berlaku lebih universal. Model Smeed dikembangkan pada tahun 1949 di Eropa menggunakan hubungan jumlah kendaraan bermotor (V) dan jumlah penduduk (P) sebagai variabel. Kedua variabel tersebut dipandang sangat berpengaruh terhadap jumlah prediksi fatalitas yang terjadi. Bentuk umum persamaan Andreassen adalah:

$$F = C \times V^{M_1} \times P^{M_2} \quad (1)$$

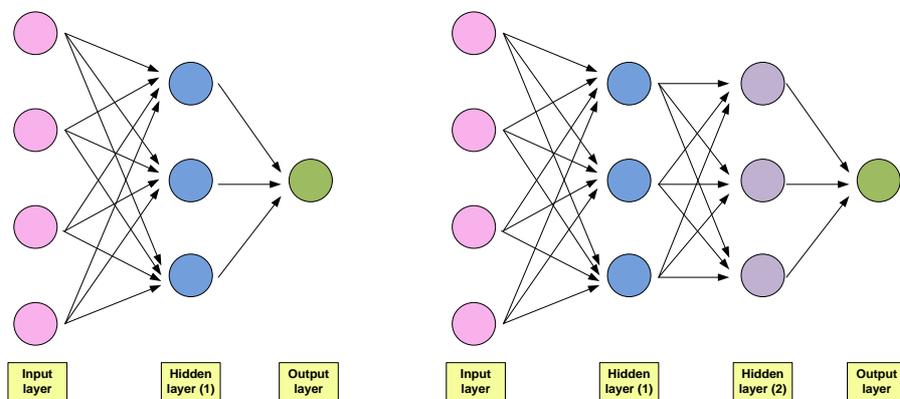
Pada model Andreassen diperlukan perhitungan konstanta C, koefisien  $M_1$ , dan  $M_2$  dengan mencari nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  menggunakan analisis regresi linier ganda sehingga:

$$F = e^\alpha \times V^\beta \times P^\gamma \quad (2)$$

Di Indonesia model prediksi Smeed atau “*Smeed’s Law*” maupun model Andreassen masih digunakan oleh peneliti *road safety*, yaitu untuk meramalkan jumlah fatalitas akibat kecelakaan lalu lintas jalan

### Model Artificial Neural Network

*Artificial Neural Network* (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola. ANN merupakan jaringan dari sekelompok unit kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia sebagai sistem adaptif, yaitu dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui suatu jaringan. Model ANN telah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang keilmuan untuk melakukan prediksi atau peramalan (William dan L.Yan, 2008). Moshou (2001) merekomendasikan bahwa ANN memiliki keunggulan bila digunakan untuk menyelesaikan masalah segmentasi dan klasifikasi dengan jumlah dan keragaman data yang besar. Terdapat tiga jenis model ANN, yaitu *Multi Layer Perceptron (MLP)*, *Radial Basis Function (RBF)*, dan *Kohoren Network (KN)*. Untuk permasalahan prediksi, model MLP adalah model yang paling banyak digunakan untuk memetakan suatu set input data menjadi set output dengan menggunakan fungsi aktivasi non-linear. Pada MLP, variabel independen maupun variabel dependen memiliki tingkat pengukuran metrik maupun non-metrik. MLP dapat disebut pula dengan *forward network* atau *back-propagation*, sebab informasi bergerak hanya dalam satu arah yaitu dari *input layer* menuju *hidden layer*, lalu menuju *output layer* (Gambar 1).



Gambar 1. Model ANN Multi Layer dengan Satu dan Dua Hidden Layer

Fungsi aktivasi pada hidden layer adalah:

- Hyperbolic tangent :  $Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}}$  (3)

- Sigmoid :  $Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}}$  (4)

Fungsi aktivasi pada output layer:

- Identity :  $Y(c) = c$  (5)

- Softmax :  $Y(c_k) = \frac{e^{c_k}}{\sum_j e^{c_j}}$  (6)

- Hyperbolic tangent :  $Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}}$  (7)

- Sigmoid :  $Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}}$  (8)

### Uji Validasi Model

Uji validasi model pada studi peramalan (*forecasting*) dilakukan untuk mengetahui model prediksi terbaik, yaitu memiliki selisih terkecil terhadap data *fatalitas actual*. Dengan membandingkan model ANN tiga variabel dengan satu *hidden layer* (ANN3-1HL) dan model ANN tiga variabel dengan dua *hidden layer* (ANN3-2HL). Uji validasi dilakukan menggunakan tiga macam *error model test*, yaitu *Mean Absolute Percent Errors* (MAPE), *Mean Absolute Errors* (MAE), dan *Root Mean Square Errors* (RMSE).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left( \left| \frac{o_j - t_j}{o_j} \right| \times 100 \right) \quad (9)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |t_j - o_j| \quad (10)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum |t_j - o_j|^2} \quad (11)$$

## METODOLOGI

### Populasi dan Sampel Wilayah studi

Populasi wilayah studi adalah provinsi Jawa Barat terdiri dari 26 wilayah kabupaten/kota. Pada tahun 2010, provinsi Jawa Barat memiliki jumlah penduduk 43.806.653 jiwa, jumlah kendaraan bermotor 9.069.704 unit, total panjang adalah 27.128,52 km dan total luas wilayah 38.783,13 km<sup>2</sup>. Pada studi ini 26 wilayah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dikelompokkan menjadi 18 wilayah sumber data, yaitu menurut wilayah operasional polres/polresta sebagai pusat pelayanan penerbitan STNK, SIM, pusat sumber data korban kecelakaan lalu lintas, wilayah pelayanan penerbitan BPKB, sumber data kependudukan (BPS) dan status administrasi wilayah kota/kabupaten. Sedangkan sampel rumah sakit adalah Rumah Sakit Umum Pusat Provinsi Jawa Barat dan semua Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) dengan klasifikasi rumah sakit kelas B di provinsi Jawa Barat. Tabel 2 menunjukkan deskripsi sumber data penelitian dan jumlah Populasi.

**Tabel 2.** Deskripsi Sumber Data Penelitian dan Jumlah Populasi.

Kementerian Kesehatan RI, Ditjen Binayanmedik (2010)

Wilayah Studi	Rumah Sakit Sampel
Kota Bandung	1. Rumah Sakit Umum Pusat Dr Hasan Sadikin 2. Rumah Sakit Al-Islam 3. Rumah Sakit Advent 4. Rumah Sakit Immanuel 5. Rumah Sakit Umum Santosa 6. Rumah Sakit St. Borromeus
Kota Depok	7. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Depok
Kota Banjar	8. Rumah Sakit Umum Daerah Banjar
Kota Cimahi	9. Rumah Sakit Umum Cimahi
Kota/kabupaten Bekasi	10. Rumah Sakit Umum Daerah Bekasi 11. Rumah Sakit Karya Medika
Kota/Kabupaten Bogor	12. Rumah Sakit Umum Cibinong 13. Rumah Sakit PMI Bogor
Kota/Kabupaten Sukabumi	14. Rumah Sakit Umum Daerah R. Syamsudin
Kota/Kabupaten Tasikmalaya	15. Rumah Sakit Umum Daerah Tasikmalaya
Kota/Kabupaten Cirebon	16. Rumah Sakit Umum Daerah Gunung Jati
Kabupaten Bandung Barat	17. Rumah Sakit Daerah Al-Ihsan
Kabupaten Cianjur	18. Rumah Sakit Umum Daerah Cianjur
Kabupaten Garut	19. Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Slamet
Kabupaten Ciamis	20. Rumah Sakit Umum Daerah Ciamis
Kabupaten Kuningan	21. Rumah Sakit Umum Daerah Kuningan
Kabupaten Karawang	22. Rumah Sakit Umum Daerah Karawang

**Tabel 3.** Klasifikasi Rumah Sakit (UU RI Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit)

No	Jenis fasilitas pelayanan medic	Klasifikasi RSU berdasarkan kemampuan fasilitas pelayanan medic			
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D
1.	Pelayanan gawat darurat	√	√	√	√
2.	Pelayanan umum	√	√	√	√
3.	Pelayanan spesialis dasar	min 4	min 4	min 4	min 2
4.	Spesialis penunjang medic	5	4	4	---
5.	Pelayanan sub-spesialistik	12	8	---	---
6.	Pelayanan medik spesialis lain	13	2	---	---

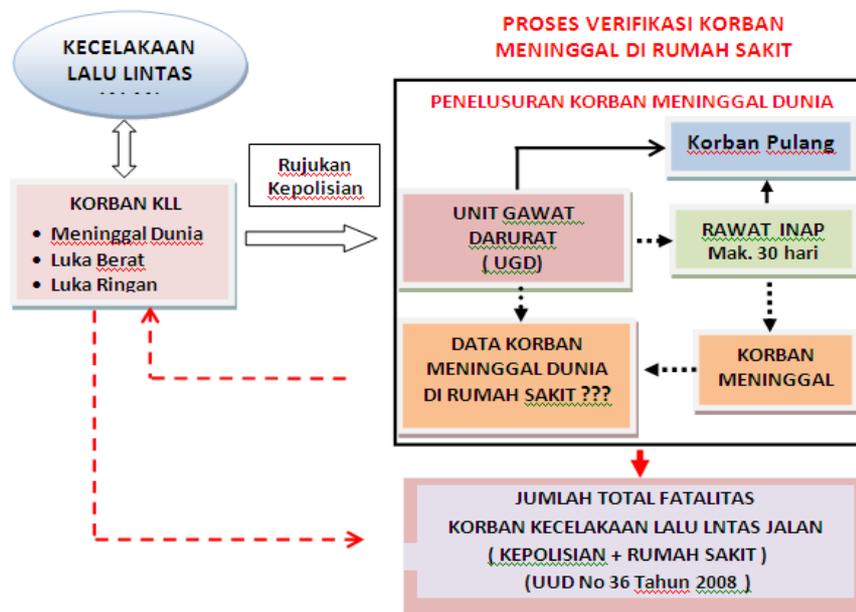
**Tabel 4.** Variabel Penelitian dan Input Data

Variabel Penelitian	Total Input data semua wilayah studi (per-tahun)				Input variable	
	2007	2008	2009	2010	Andreassen	ANN
Penduduk (juta)	40,65	41,39	42,01	43,80	√	√
Kendaraan (juta/unit)	6,12	6,89	7,73	9,07	√	√
Aksesibilitas(rasio panjang jalan dengan luas wilayah)	0,64	0,67	0,67	0,69	×	√
Fatalitas aktual *)	3158	3399	3429	3927	√	√

\*) Data Kepolisian RI ditambah hasil survai di rumah sakit

**Teknik Survai Data Fatalitas di Rumah Sakit**

Data fatalitas yang meninggal dunia di rumah sakit dilakukan dengan metode studi analisis dokumen *medical record* tiap pasien, yaitu berpedoman pada Undang undang Nomor 14 tahun 1993 tentang lalu lintas jalan dan angkutan, serta *International Road Traffic and Accident Database* (IRTAD, 1998), bahwa masa waktu perawatan paling lama 30hari setelah terjadinya kecelakaan lalu lintas. Gambar 2 menunjukkan tahapan analisis dokumen *medical record* pasien jumlah fatalitas di rumah sakit.



**Keterangan :**

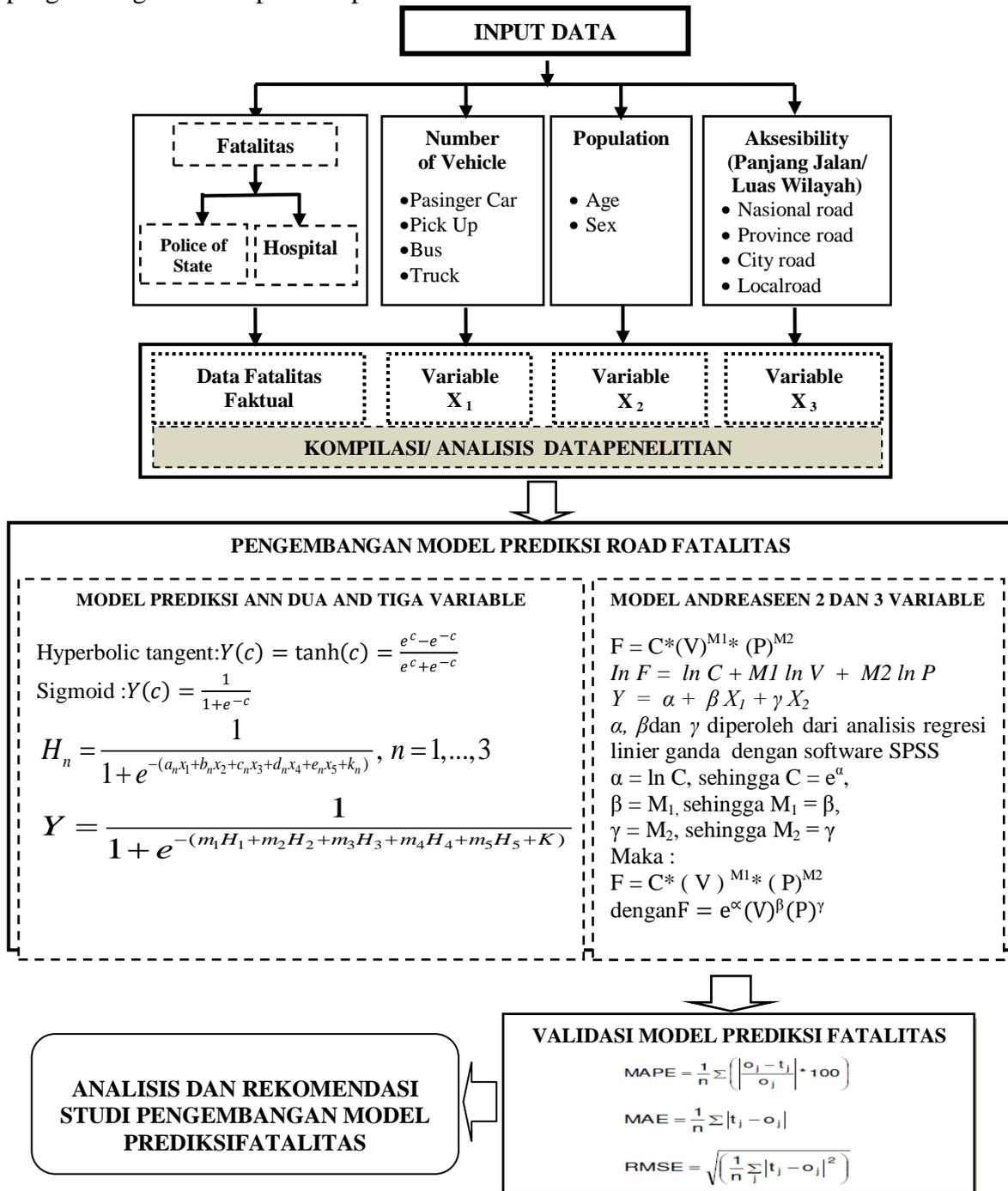
..... ➔ Korban Fatalitas korban Kecelakaan lalu lintas di Rumah Sakit

**Gambar 2.** Survai data fatalitas di rumah sakit

**Prosedur Pengembangan Model Prediksi Fatalitas**

Pengembangan model prediksi fatalitas dibangun berdasarkan input tiap jenis data seluruh variabel, kemudian dilakukan pengembangan model dengan menggunakan persamaan umum dari Andreassen (1985) dan pengembangan model *Artificial Neural Network* (ANN)

dari bentuk *Multi Layer Perception*(MLP). Gambar 3 di bawah ini menunjukkan proses pengembangan model prediksi pada studi ini.



Gambar 3. Tahapan Pengembangan Model Prediksi Fatalitas

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Korelasi Antar Variabel

Ada 8 variabel penelitian yang perlu dianalisis untuk mengetahui seberapa besar korelasi antar variabel yang akan dijadikan input data pada studi ini. Variabel tersebut adalah

Jumlah penduduk; Panjang jalan; Jumlah kendaraan bermotor; Jumlah pemilik Surat Ijin Mengemudi (SIM); Luas wilayah; Aksesibilitas; Mobilitas dan variabel perilaku pengemudi masing-masing terhadap jumlah fatalitas dan hubungan antar variabel. Dari scatter plot dan perhitungan nilai koefisien Pearson diketahui, bahwa variabel yang memiliki nilai korelasi yang kuat/sangat kuat terhadap jumlah fatalitas dan hubungahn antar variabel adalah : (1) Jumlah kendaraan bermotor, yaitu 0,684 dengan nilai signifikansi 0.000 jauh lebih kecil dari signifikansi 0,01. (2) Jumlah penduduk, memiliki nilai korelasi yang tidak terlalu kuat terhadap jumlah fatalitas yaitu 0,347 dan signifikan lebih kecil pada tingkat signifikansi 0.01. (3) Variabel aksesibilitas (rasio dari panjang jalan terhadap luas wilayah), yaitu memiliki korelasi 0.73; Sedangkan variabel lain, yaitu pemilik SIM terhadap prilaku pengemudi, prilaku pengemudi terhadap jumlah kendaraan, prilaku pengemudi terhadap jumlah fatalitas dan variabel layanan jaringan jalan (mobilitas) terhadap jumlah fatalitas adalah memiliki nilai negatif atau sangat lemah.

**Model Prediksi Hasil studi.**

Dari hasil perhitungan dan analisis pengembangan model ANN dengan mutivariabel, maka diperoleh formula persamaan ANN3 untuk prediksi fatalitas Provinsi Jawa Barat sebagai berikut:

**Model Prediksi ANN3-1HL Model Prediksi ANN3-2HL**

$$F = 37 + 743 * F'$$

$$F' = 1.395 - 2.067 * H(1:1) + 1.001 * H(1:2)$$

dimana :

$$H(1:1) = \frac{1}{1 + e^{-(2.575 - 0.437 * V' - 0.125 * P' - 1.533 * A')}} \quad H(1:1) = \frac{1}{1 + e^{-(2.575 - 0.437 * V' - 0.125 * P' - 1.533 * A')}} \quad H(1:2) = \frac{1}{1 + e^{-(0.442 + 0.216 * V' + 0.409 * P' + 0.356 * A')}} \quad H(1:2) = \frac{1}{1 + e^{-(0.442 + 0.216 * V' + 0.409 * P' + 0.356 * A')}}$$

$$V' = \frac{V - 95864}{1155402} ; P' = \frac{P - 536743}{5175532} ; A' = \frac{A - 0.1249}{8.2148} \quad V' = \frac{V - 95864}{1155402} ; P' = \frac{P - 536743}{5175532} ; A' = \frac{A - 0.1249}{8.2148}$$

**Keterangan :**

- F = prediksi jumlah fatalitas
- V = jumlah kendaraan
- P = jumlah penduduk
- A = aksesibilitas
- F' = jumlah fatalitas yang sudah dinormalisasi

**Hasil Pengembangan Model Prediksi Fatalitas**

Tabel 5 adalah ringkasan hasil pengembangan model ANN jenis MLP, yaitu model ANN tiga variabel dengan satu hidden layer (ANN3-1HL) dan model ANN tiga variabel dengan dua hidden layer (ANN3-2HL) sesuai karakteristik wilayah dan infrastruktur transportasi jalan di Indonesia serta hasil analisis uji korelasi hubungan antar variabel. Tabel 5 juga menunjukkan hasil uji validasi dengan error test MAE, MAPE dan RMSE pada masing-masing model dan jumlah prediksi fatalitas yang terjadi pada tahun 2010 di provinsi Jawa Barat di Indonesia.

**Tabel 5** Ringkasan Pengembangan Model Prediksi Fatalitas Provinsi Jawa Barat

WILAYAH KABUPATEN/KOTA	Fatalitas Aktual *	Jumlah Prediksi Fatalitas Hasil Pengembangan Model	
		ANN3-1HL	ANN3-2HL
Kota Bandung	780	652	646

WILAYAH KABUPATEN/KOTA	Fatalitas Aktual *	Jumlah Prediksi Fatalitas Hasil Pengembangan Model	
		ANN3-1HL	ANN3-2HL
Kota Depok	130	247	205
Kota Cimahi	197	236	172
Kota Bekasi	306	334	441
Kota Bogor	337	288	327
Kota/Kab.Sukabumi	172	167	165
Kota/Kab.Tasikmalaya	146	165	160
Kota/Kab. Cirebon	141	165	167
Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung	332	259	279
Kabupaten Indramayu	276	145	145
Kabupaten Cianjur	180	138	143
Kabupaten Ciamis	151	141	144
Kabupaten Majalengka	52	133	133
Kabupaten Subang dan Purwakarta	192	167	163
Kabupaten Sumedang	129	128	130
Kabupaten Garut	168	144	149
Kabupaten Kuningan	119	120	126
Kabupaten Karawang	119	198	177
<b>Total</b>	<b>3927 *</b>	<b>3823</b>	<b>3872</b>
	<b>Test error MAPE</b>	<b>29,75</b>	<b>27,39</b>
	<b>Test error MAE</b>	<b>46,89</b>	<b>47,17</b>
	<b>Test error RMSE</b>	<b>64,31</b>	<b>64,09</b>

\*) Laporan Polisi negara RI + data Rumah Sakir

## ANALISIS

Berdasarkan Tabel 5 hasil uji validasi dengan metoda *test error* MAPE, MAE dan RMSE terhadap model ANN3-1HL dan model ANN3-2HL maka model ANN3-2HL adalah memiliki nilai *error test* MAPE paling rendah yaitu 27,39 dibandingkan dengan model ANN3-1HL. Menurut Makridakias S. Et al.(1998) nilai uji MAPE 27,39– 29,75 dikategorikan berada pada klasifikasi cukup baik, yaitu baik model ANN3-1HL maupun model ANN3-2HL dikategorikan mampu meramalkan jumlah prediksi fatalitas akibat korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat dengan faktor kesalahan 27,39-29,75 %. Sedangkan nilai MAE dan RMSE menunjukkan nilai varian *error* pada nilai *forecast*. Semakin besar selisih nilai MAE dan RMSE menunjukkan nilai variansi individual *error* pada sampel yang semakin besar pula (WMO,1999). Selain itu, dari Tabel 5 diketahui pula bahwa prediksi total jumlah fatalitas aktual yang terjadi pada tahun 2010 adalah sebanyak 3872 jiwa meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas jalandi Provinsi Barat,yaitu lebih banyak 90,93 % dari data fatalitas yang dilaporkan Kepolisian negara RI sebanyak 2028 orang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan model prediksi *fatalitas* dan analisis pembahasan hasil studi diatas, maka disimpulkan bahwa :

1. Variabel jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor dan aspek aksesibilitas memiliki nilai korelasi yang kuat/sangat kuat terhadap jumlah fatalitas korban kecelakaan lalu lintas jalan di Provinsi Jawa Barat.
2. Model *Artificial Neural Network* tiga variabel dengan dua hidden layer (ANN3-2HLL) adalah model prediksi terbaik untuk meramalkan jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas jalan di Indonesia, khususnya diprovinsi Jawa Barat.
3. Di Provinsi Jawa Barat, pada tahun 2010 prediksi jumlah fatalitas akibat korban kecelakaan lalu lintas adalah sebanyak 3872 jiwa meninggal dunia adalah lebih banyak 90,93 % dari data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian RI yaitu 2028 orang.

## REKOMENDASI

Model prediksi ANN3-2HL dapat dijadikan salahsatu referensi bagi peneliti *road safety* di Indonesia, antara lain untuk melengkapi data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian RI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. 2012. Perbandingan Model Andreassen dan Model Artificial Neural Network untuk Prediksi Fatalitas Korban Kecelakaan Lalulintas. Jurnal Transportasi Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi; Volume 12 Nomor 1, April 2012
- Andreassen D. 1985. Linking deaths with vehicles and population. Traffic Engineering and Control 26(11): 547-549.
- Asian Development Bank. 2005. Asean Regional Road Safety Strategy and Action Plan 2005-2010. Publication No, 071105, Manila
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. 2008 – 2011. *Jawa Barat Dalam Angka*
- Departemen Perhubungan RI. 2004. *Masterplan Transportasi Darat, laporan antara*. PT Arsiona Bangun Prima, Jakarta
- Haykin, S. 1999. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. 2<sup>nd</sup> Edition. New Jersey: Prentice Hall Incorporation.
- Hobbs FD. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Edisi kedua. Gajah Mada University Press
- IRTAD. 1998. *Definitions and Data Availability*. Special Report. OECD-RTR, BAST, Gladbach, Germany.
- Kementerian Perhubungan RI. 2008. 2009. 2010. 2011. *Perhubungan Darat dalam Angka*.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 828/Menkes/SK/IX /2008, tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan minimal Bidang Kesehatan di Kabupaten/Kota
- Kepolisian Negara RI. 2010. *Standar Operasional dan Prosedur (SOP) Penanganan Kecelakaan Lalu lintas Jalan*. Badan Pembinaan Keamanan POLRI
- Lembaran Negara RI Nomor 96 tahun 2009. Undang-undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan
- Lembaran Negara RI Nomor 153 tahun 2009. Undang-undang Nomor 44 tahun 2009 tentang Rumah Sakit. Sekretariat Negara RI

- Masyarakat Transportasi Indonesia (MTI). 2007. 1-2-3 langkah, Referensi ringkas bagi proses Advokasi Pembangunan Transportasi. Volume 2, Jakarta.
- World Health Organization (WHO). 2009. Regional Report on Status of Road Safety: The South-East Asia Region.
- World Health Organization (WHO). 2013. Global Status Report on Road Safety: Supporting A Decade Of Action.
- World Health Organization (WHO). 2013. Road Safety Status in The WHO South East Asia Region 2013.

## IDENTIFIKASI TINGKAT PENCEMARAN UDARA AKIBAT AKTIVITAS TRANSPORTASI

**AYN Terto Djen**

Teknik Sipil F T Unika Widya Mandira Kupang  
Jl. A. Yani No.50-52 Kupang-NTT  
Telp. 0380-833395, 0380-8081630 Fax 0380-  
831194  
[ayn\\_djen@yahoo.com](mailto:ayn_djen@yahoo.com)

**Don Gaspar N. da Costa**

Teknik Sipil F T Unika Widya Mandira Kupang  
Jl. A. Yani No.50-52 Kupang-NTT  
Telp. 0380-833395, 0380-8081630 Fax 0380-  
831194  
[noesaku@yahoo.com](mailto:noesaku@yahoo.com); [dnoesaku@gmail.com](mailto:dnoesaku@gmail.com)

### Abstract

Growth in the number of motor vehicles have an impact on the increase in volume, which in turn result in increased levels of pollutants resulting from the combustion engine of the motor vehicle. Congested corridors traffic rightly evaluated the air contaminant levels, so that the causes and/or triggers and the potential negative impact of contaminants/pollutants referred to can be managed fruitfully. Prediction of pollutant levels analogously performed using a variety of mathematical models that exist, where the parameter which can be used merely parameters based on the amount of traffic volume alone. Survey results showed that the volume of traffic on the roads Jl. Sudirman is high so that the results of the simulation identified that CO, NO<sub>x</sub> and Pb are the types of pollutants whose levels have exceeded the threshold of air quality standards as required by the Minister of Environment Decree No.554/MENLH/10/1997 about the Pollutant Standards Index (ISPU) and as required under Indonesian Government Regulation No.41/1999 on Ambient Air Quality Standards. Recommendation strategy and/or management technique is to 1) Control of pollutants in pollutant source by limiting the volume of vehicles dispersal location-based activity, routine vehicle control and vehicle operating restrictions of old-engined 2) Control of pollutants in the receiving contamination by limiting the duration of activity of the curband/or use a mask covering the nose 3) environmental quality control at contaminated locations via a covered yard of land all location policy (ban concrete floor) and road side vegetation 4) Vehicle Inspection and Maintenance 5) follow policies that ban covered parking area with concrete and road side vegetation program.

**Key Words:** *sustainable transport environment, traffic volumes, levels of pollutants*

### Abstrak

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor berdampak pada peningkatan volume yang pada gilirannya berdampak pada peningkatan kadar polutan yang dihasilkan dari sisa pembakaran mesin kendaraan bermotor tersebut. Koridor-koridor padat lalu lintas sudah sepatutnya dievaluasi tingkatan pencemaran udaranya, sedemikian sehingga faktor penyebab dan/atau pemicu maupun potensi dampak negatif pencemaran/polutan dimaksud dapat dikelola secara berdayaguna. Prediksi kadar polutan dilakukan secara analogis dengan menggunakan berbagai model matematis yang ada, dimana parameter konsideran yang dipakai hanyalah berdasarkan pada besaran volume lalu lintasnya saja. Hasil survai menunjukkan bahwa volume lalu lintas di ruas Jl. Soedirman tergolong tinggi sehingga dari hasil simulasi teridentifikasi bahwa CO, NO<sub>x</sub> dan Pb merupakan jenis polutan yang kadarnya telah melampaui ambang batas baku mutu kualitas udara sebagaimana disyaratkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 554/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) maupun sebagaimana disyaratkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambient. Rekomendasi strategi dan/atau teknik pengelolaannya adalah dengan 1) Pengendalian polutan pada sumber pencemar dengan cara pembatasan volume kendaraan berbasis dispersi lokasi aktivitas, pemeriksaan rutin kendaraan dan pembatasan operasi kendaraan bermesin tua 2) Pengendalian polutan pada penerima pencemaran dengan membatasi durasi aktivitas tepi jalan dan/atau penggunaan masker penutup hidung 3) pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar melalui kebijakan alokasi halaman berpenutup tanah (larangan lantainisasi) dan penanaman vegetasi tepi jalan 4) Pemeriksaan dan Pemeliharaan Kendaraan 5) penerapan kebijakan ikutan yaitu larangan lantainisasi halaman dan program vegetasi tepi jalan

**Kata-Kata Kunci:** *environment sustainable transport, volume lalu lintas, kadar polutan*

## PENDAHULUAN

Kemacetan dan polusi udara secara umum diterima sebagai salah satu faktor pemicu ketidaknyamanan (gangguan emosional) yang pada akhirnya dapat bermuara pada gangguan kelancaran pekerjaan serta pada perubahan perilaku pengguna jalan (terutama pengemudi) sehingga memicu agresivitas dan perilaku anarkis di jalan (*road rage*). Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, dampak dari penyelenggaraan jalan dan pengelolaan lalu lintas serta penyesuaian pola pemanfaatan lahan selain dimaksudkan untuk menunjang peningkatan struktur sosial-ekonomi kawasan, juga diharapkan bermuara pada perbaikan kualitas lingkungan. Namun demikian, hingga kini aspek lingkungan belum secara penuh diintegrasikan secara eksplisit di dalam setiap produk perencanaan pembangunan di sector transportasi. Peningkatan kepadatan dan pertambahan lokasi rawan macet misalnya walaupun berdampak pada degradasi lingkungan akibat peningkatan kadar polutan dan kebisingan serta resiko kecelakaan, namun masih terus terabaikan dalam penyusunan kerangka kebijakan pengelolannya. Berbagai produk rencana lingkungan semisal dokumen ANDAL dan RKL/RPL juga terindikasi mengabaikan hal tersebut.

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar tingkat pencemaran udara akibat aktivitas lalu lintas di ruas jalan Jend. Sudirman yang merupakan salah satu ruas jalan protokol dengan kepadatan tertinggi di Kota Kupang dan bagaimana strategi serta teknik pengendalian potensi dampak negative yang ditimbulkannya?

Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk:

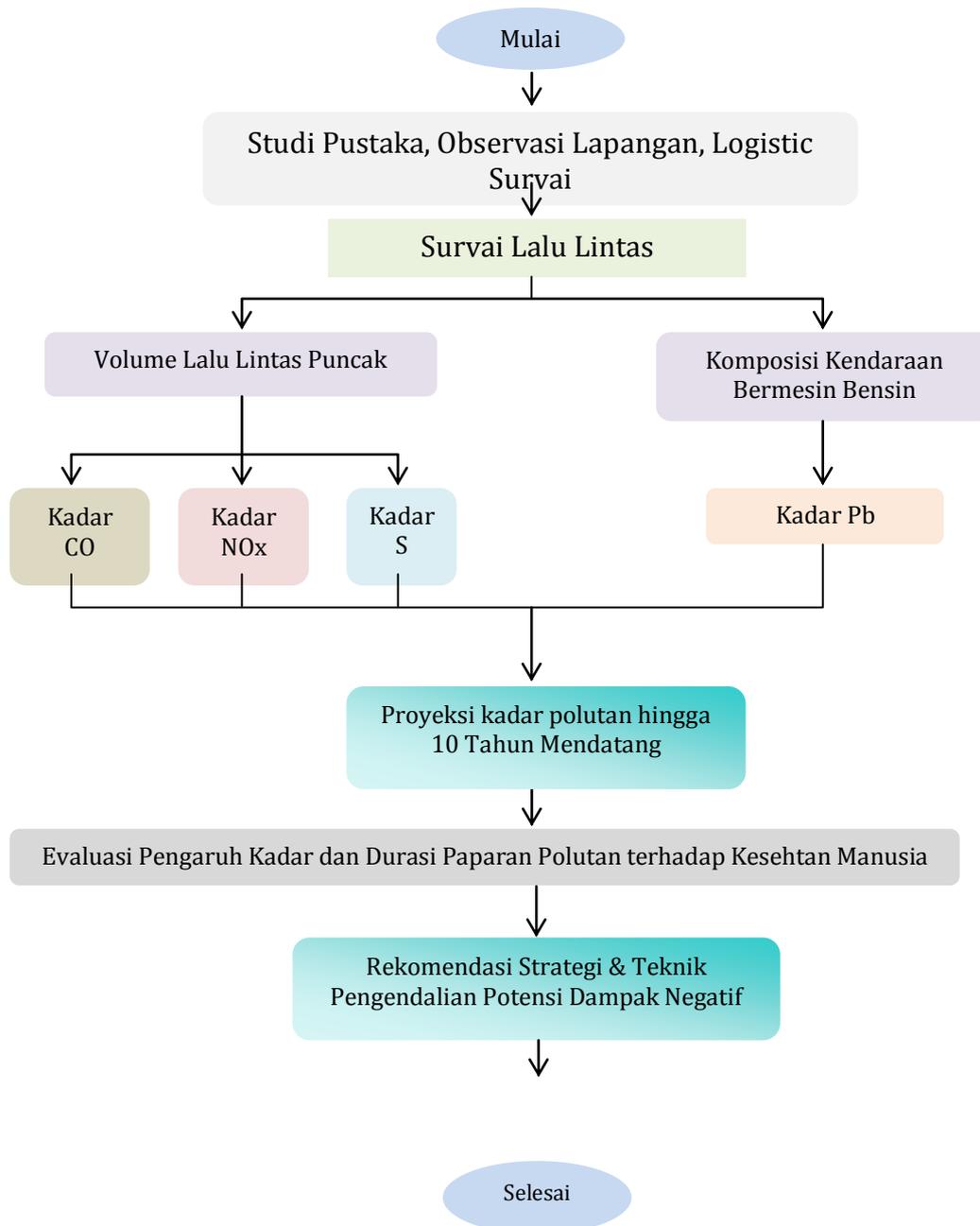
1. Memprediksi kadar polutan atau tingkat pencemaran udara akibat aktivitas transportasi, khususnya parameter Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO<sub>x</sub>), Asap (S) dan Timbal (Pb) pada saat ini hingga 10 tahun mendatang.
2. Merekomendasikan strategi dan teknik penanganan dan/atau pengendaliannya (menentukan upaya pengurangan kadar polutan)

## METODA STUDI DAN KERANGKA PIKIR

Perhitungan prediksi kadar polutan akibat aktivitas lalu lintas dilakukan dengan menggunakan model-model matematis (pendekatan analogis) dengan pertimbangan dan/atau asumsi dasar berikut:

1. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa laju emisi gas buang kendaraan bermotor khususnya Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO<sub>x</sub>) dan Asap/Smog diasumsikan dominan dipengaruhi oleh perubahan volume lalu lintas. Angka pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Kupang mencapai kisaran 10,3% (BPS Kota Kupang, 2012) tergolong tinggi. Berarti, peningkatan volume lalu lintas akibat pertambahan jumlah kendaraan bermotor tersebut diyakini berdampak signifikan terhadap kadar polutan di udara. Asap/smog secara khusus juga ditinjau karena 1) terdapat sejumlah besar kendaraan dengan usia mesin di atas 10 tahun 2) jenis penyakit dominan di Kota Kupang adalah Infeksi Saluran Pernapasan atas (ISPA).
2. Hasil survai volume lalu lintas menunjukkan bahwa jenis kendaraan dominan di Kota Kupang adalah sepeda motor (73%, BPS Kota Kupang, 2012) dan kendaraan bermesin diesel sekitar 2,37%. Hal itu berarti Timah (Pb) merupakan jenis polutan yang paling banyak tersebar karena jenis polutan tersebut secara khusus hanya diproduksi oleh jenis kendaraan berbahan bakar bensin.

3. Berdasarkan point pertimbangan a dan b tersebut, diasumsikan bahwa model matematis tersebut dapat digunakan secara analogis untuk memprediksi besarnya kadar polutan di lokasi penelitian secara cukup baik dan kontekstual.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Data/Input Analisis

**Tabel 1.** Volume Lalu Lintas Puncak (Jumat, 2 Mei 2014, pukul 17.15-18.15)

Sepeda Mortor (MC)		Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)		Volume Puncak (V)	
Kend/jam	Smp/jam	Smp/jam	Kend/jam	Smp/jam	Kend/jam	Smp/jam
4.237	1.483	754	55	72	5.046	2.309

Sumber: hasil olahan data survai, 2014

Volume lalu lintas puncak terjadi di sore hari, sehingga pada periode jam puncak tersebut hasil survai menunjukkan bahwa komposisi kendaraan bermesin diesel (kendaraan berat) adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan berat sekitar 1,1%.
2. Kendaraan ringan diasumsikan sejumlah 10%

Dengan demikian total kendaraan bermesin diesel adalah sekitar 11,1% sehingga jumlah kendaraan berbahan bakar bensin adalah sekitar 4.537 kend/jam atau sekitar 13.473 kend/3jam.

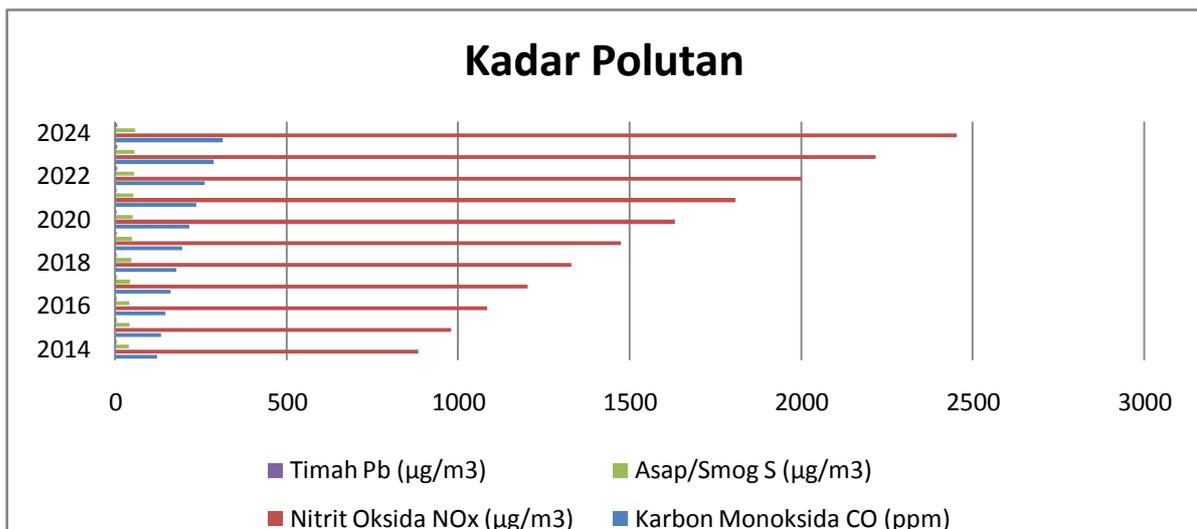
### Kadar Polutan

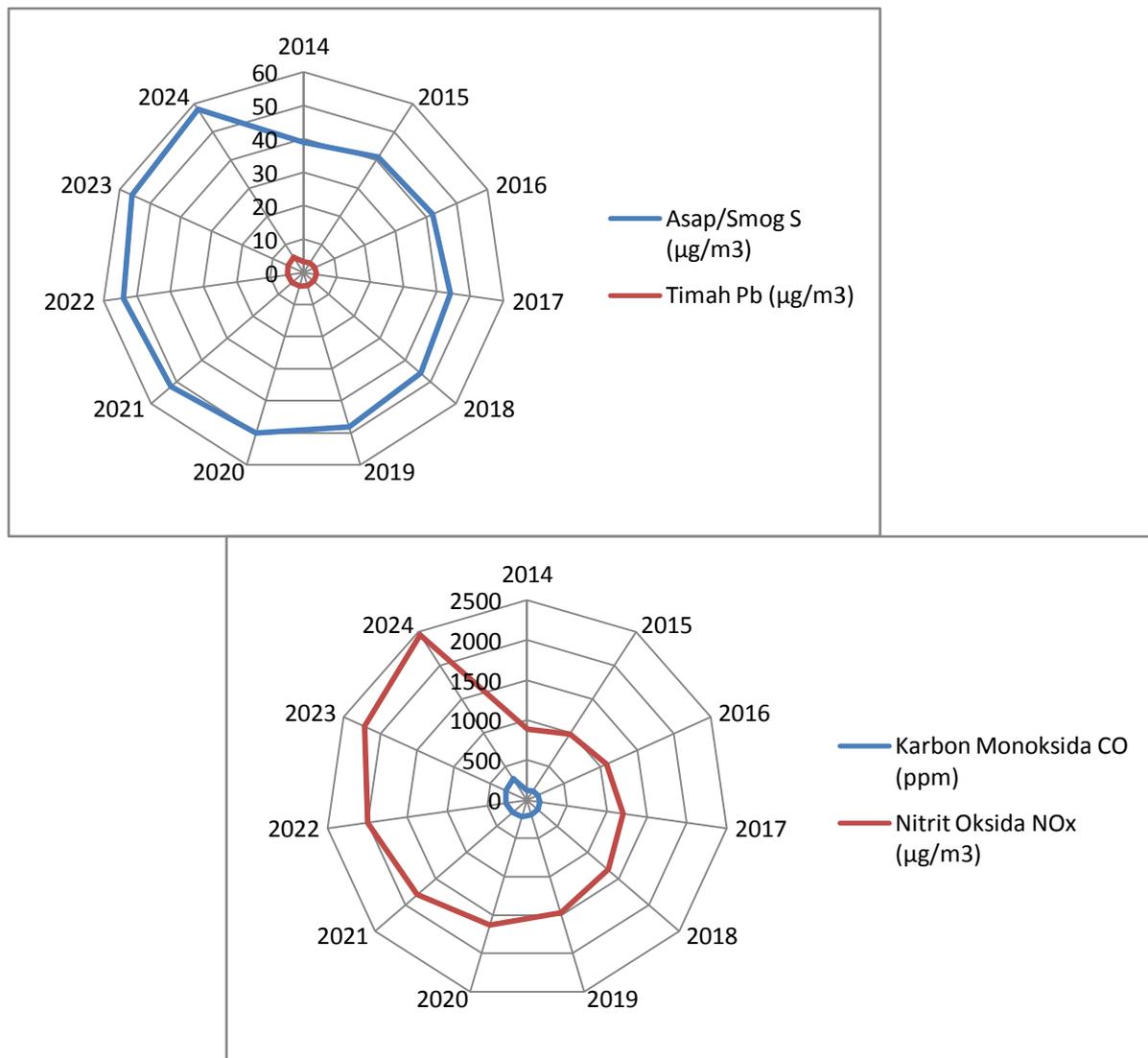
Tabel 2. Prediksi Kadar Polutan

Tahun	Volume (Kend/jam)	Volume (Kend/3jam)	Vol. Kend Non Diesel (Kend/3jam)	Kadar Polutan			
				Karbon Monoksida CO (ppm)	Nitrit Oksida NOx (µg/m3)	Asap/Smog S (µg/m3)	Timah Pb (µg/m3)
2014	5,046	15,138	13,473	122.384	883.729	39.766	3.277
2015	5,298	15,895	14,146	134.370	979.041	41.280	3.438
2016	5,563	16,690	14,854	147.573	1,084.599	42.869	3.608
2017	5,841	17,524	15,596	162.115	1,201.477	44.538	3.786
2018	6,133	18,400	16,376	178.134	1,330.862	46.291	3.973
2019	6,440	19,320	17,195	195.780	1,474.060	48.131	4.170
2020	6,762	20,286	18,055	215.220	1,632.516	50.063	4.376
2021	7,100	21,301	18,958	236.636	1,807.822	52.091	4.593
2022	7,455	22,366	19,905	260.230	2,001.736	54.221	4.820
2023	7,828	23,484	20,901	286.224	2,216.197	56.458	5.059
2024	8,219	24,658	21,946	314.864	2,453.344	58.806	5.310

Sumber: hasil analisis, 2014

Produksi polutan berbanding lurus terhadap pertambahan jumlah kendaraan (volume lalu lintas). Dengan demikian, prediksi peningkatan kadar polutan akibat pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dilakukan dengan asumsi peningkatan volume lalu lintas adalah sebesar 5%/tahun.





Gambar 2a-c. Prediksi Kadar Polutan

### Evaluasi Pengaruh Polutan terhadap Kesehatan Manusia

Hasil perhitungan kadar polutan eksisting maupun hasil prediksi dibandingkan terhadap standar/kriteria kualitas udara sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 554/MENLH/10/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dan Standar Baku Mutu Udara Ambient sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambient.

Disimpulkan bahwa:

1. Kadar Karbon Monoksida (CO) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 (122,384 ppm) maupun hingga 10 tahun mendatang (314,864 ppm), sudah melampaui standar baku mutu yang disyaratkan yaitu  $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per jam. Terhisapnya CO ke dalam paru-paru berdampak pada beredarnya CO tersebut dalam darah sehingga menghalangi masuknya oksigen ( $\text{O}_2$ ). Hal ini terjadi karena CO merupakan racun metabolisme (ikut bereaksi secara metabolisme dengan darah). Reaksi CO dengan darah (haemoglobin) menghasilkan senyawa COHb (karboksi haemoglobin). Konsentrasi CO hingga 100 ppm relatif aman bagi manusia bila kontak (durasi paparan bersifat sesaat), namun terhirupnya CO dalam konsentrasi 30 ppm selama 8 jam per hari dapat berdampak pada gangguan kesehatan (pusing, sesak napas, pucat dan mual. Paparan dalam jangka panjang diyakini menjadi pemicu mudahnya seseorang terkena serangan jantung. Selain itu, reaksi karboksi haemoglobin juga berdampak pada menurunnya fungsi sistem kontrol syaraf. Bagi pengendara kendaraan bermotor, penurunan fungsi sistem kontrol syaraf tersebut dapat menjadi pemicu kecelakaan akibat kehilangan waktu reaksi terhadap hambatan perjalanan, pada saat mengalami gangguan keseimbangan saat mengemudi. Sejak awal tahun 2000 aspek kecelakaan sudah menjadi issue kesehatan (penyebab kematian manusia) karena diproyeksikan pada tahun 2020 kecelakaan lalu lintas akan menjadi penyebab ke-3 kematian umat manusia, sehingga informasi ini bernilai strategis terhadap upaya pengurangan korban kecelakaan (kesehatan manusia) secara terpadu dan berkelanjutan.
2. Kadar Nitrit Oksida ( $\text{NO}_x$ ) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 ( $883,729 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per jam) saja sudah berada jauh diatas standar baku mutu yang disyaratkan yaitu  $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per jam. Paparan polutan ini dalam jangka panjang memicu gangguan pernapasan. Situasi ini diasumsikan akan meningkatkan resiko gangguan ISPA pada pengguna jalan dan/atau masyarakat di sepanjang koridor ramai lalu lintas.
3. Kadar Timah (Pb) pada saat ini atau kondisi eksisting 2014 ( $3,277 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per 3 jam) saja sudah berada jauh diatas standar baku mutu yang disyaratkan yaitu  $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  per 24 jam. Konsentrasi polutan Pb ini berpotensi meningkatkan resiko gangguan fungsi syaraf (kanker), terlebih pada anak-anak.
4. Asap/Smog (S) adalah sejenis partikulat yang bersumber dari karbon (C) yang berdiameter  $< 0,1$  mikron. Asap ini terbentuk akibat pembakaran jidrat karbon yang kurang sempurna. Dampaknya terhadap kesehatan manusia biasanya diasosiasikan dengan gangguan iritasi membran mukosa saluran pernapasan dan memicu broncho konstriksi dan merusak selaput lendir pada saluran pernapasan, sehingga memudahkan masuknya kuman ke dalam tubuh.

### **Strategi Pengendalian Dampak Negatif Polutan**

Pada dasarnya, peningkatan berbagai kadar polutan tersebut berkorelasi linear positif terhadap peningkatan volume lalu lintas. Oleh karena itu, secara teknis, strategi dasar yang harus diterapkan adalah membatasi volume lalu lintas di kawasan-kawasan padat lalu lintas dengan durasi kemacetan lebih dari 3 jam untuk tiap periode jam sibuk hariannya. Pilihan/jenis teknik pembatasan volume lalu lintas tentu saja harus disesuaikan terhadap karakteristik arus lalu lintas (jenis dan komposisi kendaraan, serta durasi dan frekuensi kemacetan harian) dan tata guna lahan (jenis, jumlah dan skala serta sebaran/kepadatan lokasi aktivitas social-ekonomi pemicu tarikan dan bangkitan perjalanan dominan) di tiap kawasan.

Secara umum, vegetasi tepi jalan merupakan strategi dasar yang dapat digunakan untuk secara langsung mereduksi kadar polutan akibat emisi gas dan/atau partikel sisa

pembakaran mesin dari knalpot kendaraan bermotor. Hasil penelitian (Human, 1971 dalam Saputra, Y.E., 2009) menyebutkan bahwa mikroorganisma tanah merupakan salah satu materi yang dapat menurunkan dan bahkan menghilangkan kandungan CO dari atmosfer/udara. Disebutkan bahwa kandungan CO sebesar 120 ppm dapat dihilangkan dalam waktu 3 jam apabila kadar CO tersebut berkontak dengan 2,8 kg tanah, khususnya akibat peranan kandungan jamur *penicillium* dan *aspergillus* dalam tanah.

Dengan demikian menjadi jelas bahwa khusus untuk mengatasi pengaruh CO akibat emisi gas buang kendaraan bermotor, penyediaan taman/penanaman vegetasi tepi jalan pada lahan tanah terbuka merupakan salah satu teknik efektif untuk menurunkan bahkan menghilangkan pengaruh CO bagi kesehatan pengguna jalan. Hal ini menjadi penting diperhatikan dan dilaksanakan karena kadar CO akibat aktivitas transportasi di lokasi studi sudah berada di atas 120 ppm dengan durasi kemacetan (periode jam sibuk) rerata 2 jam pada periode sibuk pagi dan 3-4 jam pada periode sibuk siang dan sore/malam.

Pada gilirannya penyediaan lahan terbuka untuk fungsi vegetasi tepi jalan berdampak pada penurunan peluang kecelakaan (akibat tetap terjaganya kemampuan/fungsi control syaraf pengemudi) yang pada gilirannya berdampak pada menurunkan resiko kecelakaan karena resiko kecelakaan tersebut merupakan fungsi dari peluang (*probability*) terjadinya kecelakaan dan dampak yang ditimbulkannya. Menurunkan peluang (*probability*) berarti menurunkan resiko kecelakaan. Issue ini menjadi penting karena indeks dan rasio fatalitas di Kota Kupang sudah berada dalam kategori yang mencemaskan (da Costa, 2012).

Dengan demikian, karena penyebab kecelakaan bersifat *multi event*, maka pengurangan salah satu factor penyebab munculnya peluang kecelakaan berdampak linear pada pengurangan tingkat resiko kecelakaan. Dalam hal ini, peningkatan agresivitas pengemudi (pilihan kecepatan dan pola mengemudi/manuver kendaraan) - terlebih pada saat terjadi kemacetan lalu lintas - akan berakumulasi dengan aspek pilihan jarak antar kendaraan, sehingga apabila terjadi penurunan kemampuan mengemudi akibat menurunnya kinerja sistem kendali syaraf akan berdampak pada peningkatan peluang dan dampak (resiko) kecelakaan tersebut. Aspek ini yang selama ini terabaikan, sehingga walaupun pernyataan ini dapat dikategorikan masih bersifat indikasi, namun sudah saatnya untuk merekomendasikan kebijakan pengelolaan lingkungan transportasi secara arif. Khusus bagi upaya pengurangan resiko kecelakaan, informasi ini diharapkan mendukung berbagai upaya pengurangan resiko dari aspek teknis, masupun dari aspek social-ekonomi terhadap penurunan tingkat resiko kecelakaan secara berkelanjutan, yang agar memiliki kekuatan implementasi hendaknya diatur dalam berbagai model perangkat implementasi (pedoman, manual, bahkan dalam bentuk PERDA) dan dijadikan prasyarat perijinan pembangunan.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa:

Tingkat pencemaran udara di segmen Simpang Jl. Banteng-depan Kantor Bank BTN Ruas Jalan Jend. Sudirman, Kelurahan Kuanino Kota Kupang saat ini berada dalam level yang sudah memprihatinkan karena konsentrasi polutan yang terjadi sudah melampaui ambang batas baku mutu kualitas udara yang disyaratkan dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.

Jenis polutan yang harus dikelola dampaknya adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrit Oksida (NO<sub>x</sub>) dan Timbal/Timah (Pb) serta Asap/Smog (S). Potensi gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh kadar polutan tersebut antara lain gangguan sistem pernapasan (bronchitis, pneumonia), mual/pusing, kehilangan keseimbangan dan kanker.

Selain mengganggu kesehatan, secara teoritis CO ternyata berpotensi menjadi pemicu dan/atau penyebab peningkatan resiko kecelakaan karena serapan CO dalam kadar 30 ppm selama 8 jam per hari dapat menimbulkan gangguan psikologis (emosional) dan gangguan keseimbangan (sistem kontrol syaraf pengemudi).

### **Rekomendasi Strategi dan Teknik Penanganannya**

Dengan demikian strategi yang diperlukan untuk pengelolaannya adalah melalui penancangan program *environmental sustainable transport/EST* sebagai kerangka kebijakan makro yang kiranya sudah harus mulai diimplementasikan secara berkelanjutan. Strategi dasar yang dipakai dalam upaya pengelolaan dampak polutan secara berkelanjutan dimaksud adalah melalui:

1. Pengendalian pada sumber pencemar
2. Pengendalian pada penerima polutan (recipient)
3. Pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar

Dengan strategi dasar tersebut, selanjutnya ditetapkan teknik pengelolaan yang sesuai untuk tiap strategi dimaksud sebagai berikut:

Teknik pengendalian dan/atau penanganan adalah dengan:

1. Teknik pengendalian polutan pada sumber pencemar:  
Pengurangan dan/atau pembatasan volume lalu lintas, yaitu antara lain dengan cara dispersi lokasi aktivitas sosial-ekonomi skala menengah-besar ke koridor perkotaan lainnya (pendekatan tata guna lahan dan aspek perijinan pembangunan).  
Pemeriksaan dan/atau pemeliharaan kendaraan melalui pengontrolan emisi gas dan partikel dari knalpot kendaraan bermotor sesuai standar yang ditetapkan, yang dimaksudkan untuk pengontrolan kinerja mesin kendaraan secara teratur dan berkesinambungan.  
Pembatasan operasi kendaraan bermesin tua, khususnya kendaraan angkutan umum karena bersifat comuter
2. Teknik pengendalian polutan pada penerima cemaran  
Kelompok masyarakat yang secara rutin selalu berinteraksi/beraktivitas di sepanjang tepi jalan perkotaan (khususnya di ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi) agar membatasi durasi aktivitasnya di saat periode jam puncak,  
Penggunaan masker penutup hidung bila harus beraktivitas di sekitar tepi jalan dimaksud dalam durasi 3-8 jam per hari.
3. Teknik pengendalian kualitas lingkungan di lokasi tercemar  
Waktu tinggal CO dalam atmosfer adalah 4 bulan dan dapat dioksidasi menjadi CO<sub>2</sub>. Mikroorganisma tanah merupakan bahan yang dapat menghilangkan CO dari udara. CO sebesar 120 ppm dapat dihilangkan dalam waktu 3 jam dengan cara mengontakkannya dengan 2,8 kg tanah. Oleh karena itu, setiap pekarangan bangunan di sepanjang koridor ramai lalu lintas agar menyisakan sebagian lahan pekarangannya dalam bentuk taman terbuka (membatasi lantainisasi halaman rumah/bangunan).

Penanaman vegetasi meliputi aspek pengaturan jenis, jumlah dan kerapatan vegetasi reduktor polutan di sepanjang tepi koridor ramai lalu lintas

4. Secara kelembagaan, suatu kebijakan harus didukung oleh kebijakan lainnya (kebijakan ikutan) sehingga secara kumulatif dampak atau manfaat dari tiap kebijakan dapat saling bersinergi (saling memperkuat manfaat). Oleh karena itu, pembatasan volume melalui teknik dispersi lokasi aktivitas hendaknya didukung oleh kebijakan penghijauan rumija perkotaan sedemikian sehingga kadar polutan dapat diasimilasi baik oleh .vegetasi maupun oleh tanah (khusus bagi polutan CO). Program ril yang hendaknya segera dijalankan oleh Pemkot Kupang adalah menyediakan mekanisme implementasi larangan lantainisasi halaman/pekarangan disertai kewajiban penanaman vegetasi dan penyediaan pekarangan terbuka sehingga mikroorganisma tanah dapat menyerap kadar CO, lengkap dengan mekanisme peneanaan sanksi atas pelanggaran.

### **Saran**

Penelitian ini belum memperhitungkan pengaruh kerapatan dan/atau ketinggian bangunan terhadap konsentrasi polutan di suatu koridor, padahal kerapatan bangunan dapat memengaruhi durasi konsentrasi polutan di suatu area akibat perbedaan berat jenis sejumlah polutan terhadap berat jenis udara di sekitarnya.

Percepatan upaya realisasi program EST agar dilaksanakan melalui program pengabdian pada masyarakat secara swadaya dan/atau semi swadaya, tanpa harus menunggu alokasi pembiayaan atau kebijakan khusus dari pemerintah maupun kebijakan normatif sejenis lainnya, karena tanggungjawab lingkungan adalah tanggungjawab bersama, terlebih masyarakat pada hakekatnya adalah merupakan kelompok pencemar lingkungan itu sendiri pada saat masyarakat tidak menggunakan sarana transportasi secara bijaksana.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alamsyah, A. A. 2008. **Rekayasa Lalu Lintas**. Edisi Revisi. Malang: UMM Press.
- da Costa. D.G.N. 2012. **Analisis Resiko Kecelakaan Pengguna Sepeda Motor**. Simposium Internasional Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi ke-15, Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Bekasi: *Proceeding* FSTP16
- da Costa. D.G.N. 2013. **Identifikasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas**. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Unika Widya Mandira. Kupang. (Tidak dipublikasikan).
- da Costa. D.G.N. 2014. **Identifikasi Tingkat Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Transportasi**. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Unika Widya Mandira. Kupang. (Tidak dipublikasikan).
- Departemen Perhubungan. 1988. **Sistem Transportasi Kota**. Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 554/MENLH/10/1997 tentang **Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)**. Jakarta.
- Keputusan Kepala BAPEDAL Nomor: Kep.107-/KABAPEDAL/11/1997 tentang **Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi ISPU**. Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: Kep-02/MNEKLH/I/1988. **Lampiran Nomor 18 tentang Tingkat Kebisingan**

- Maksimum yang Diijinkan.** Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Kusnoputranto. 2000. Soemirat. 2002. Fardiaz. 1992. **Dampak Partikulat terhadap Kesehatan.** <http://putra.prabu.wordpress.com>.
- Malkamah, S. 1993. **Kecepatan Kendaraan Optimal yang Menghasilkan Tingkat Kebisingan Minimal.** Forum Teknik, Jilid 17 Nomor Gabungan, Edisi Oktober 1993. Yogyakarta: Fak. Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Malkamah, S. 1994. **Pengaruh Jarak pada Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Jalan Raya.** Forum Teknik Sipil, Jilid 17 Nomor III, Edisi 1 Desember 1994, ISSN 0854-1116, Yogyakarta: Fak. Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang **Baku Mutu Udara Ambien.** Jakarta
- PT. Nusa Bahana Niaga. 2014. **Dokumen ANDAL dan RKL/RPL Rencana Pembangunan Kupang Mixed Used Develoment.** Tim Teknis Komisi Penilai AMDAL Provinsi NTT-BLHD Provinsi NTT. Kupang (*unpublished*)
- Saputra. Y. E. 2009. **Karbon Monoksida dan Dampaknya terhadap Kesehatan.** <http://www.chem.is.try.org>.

# **ROAD MAP KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN KENDARAAN BERMOTOR DI KOTA BOGOR (KAJIAN SEKSI II UNTUK KASUS DI DEPAN RSUD CIAWI BOGOR)**

**Syaiful**

Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil, Fakultas  
Teknik, UIKA Bogor  
Jl. K.H. Sholeh Iskandar km.2, Kedung Badak, Tanah  
Sareal, Kota Bogor  
[syaiful@ft.uika-bogor.ac.id](mailto:syaiful@ft.uika-bogor.ac.id)

**Rulhendri**

Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, UIKA Bogor  
Jl. K.H. Sholeh Iskandar km.2, Kedung Badak,  
Tanah Sareal, Kota Bogor  
[rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id](mailto:rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id)

## **Abstract**

Motor vehicles always generate noise pollution levels are influenced by a variety of machine types and models of exhaust. Sound or noise pollution on the roads impassable formed due to the accumulation of noise sources, especially at a distance of buildings on these roads. Improved traffic flow from motorcycles, private cars, public transport passenger, and transportation of goods accounted for 53.65% of the noise level with a value of 53,810 dB noise.

**Keywords:** *Noise pollution levels, motor vehicles, traffic flow, sound level meter.*

## **Abstrak**

Kendaraan bermotor selalu menghasilkan tingkat polusi suara beragam yang dipengaruhi oleh jenis mesin dan model knalpot. Polusi suara atau kebisingan pada ruas jalan yang dilewati terbentuk akibat dari akumulasi sumber kebisingan, terutama pada jarak bangunan di ruas jalan tersebut. Peningkatan arus lalu lintas sepeda motor, mobil pribadi, mobil angkutan umum penumpang, dan mobil angkutan barang berkontribusi sebesar 53,65% terhadap tingkat kebisingan dengan nilai kebisingan sebesar 53,810 dB.

**Kata Kunci:** *tingkat polusi suara, kendaraan bermotor, arus lalu lintas, sound level meter.*

## **LATAR BELAKANG**

Kendaraan bermotor terdiri dari sepeda motor, mobil pribadi, penumpang umum, mobil pengangkut barang. Kendaraan tersebut selalu mengeluarkan suara dengan tingkat polusi suara yang beragam. Suara yang dikeluarkan kendaraan bermotor tersebut dipengaruhi oleh jenis mesin dan model knalpot dari kendaraan bermotor itu sendiri. Polusi suara atau kebisingan pada ruas jalan yang dilewati terbentuk akibat dari akumulasi sumber bising kendaraan terutama jarak bangunan di ruas jalan tersebut. Ruas jalan pada kota besar di Indonesia umumnya tidak terlalu lebar. Pada ruas jalan ciawi, pertumbuhan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan perkembangan ruas jalan yang dilewati kendaraan tersebut. Jalan di depan RSUD Ciawi merupakan jalan yang tingkat arus lalu lintasnya tinggi terutama pada jam sibuk siang dan jam sibuk pagi.

## **TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan memperoleh seberapa besar pengaruh tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor yang melawati depan RSUD Ciawi Bogor.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lalu lintas

Dalam lalu lintas kebisingan pada ruas jalan adalah lalu lintas dimana diartikan sebagai kegiatan lalu lintas kendaraan baik itu kendaraan bermotor atau tidak, orang dan hewan di jalan. Ini berarti komponen lalu lintas mencakup manusia sebagai pengguna jalan, kendaraan dan jalan yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain.

### Kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh mesin seperti motor, mobil, bis dan truk sedangkan kendaraan tidak bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh hewan seperti delman atau oleh manusia seperti becak. (Suwardjoko P. Warpani 2002)

### Arus lalu lintas

Volume kendaraan = jumlah kendaraan/jam

Kepadatan ruang rata rata = jarak/jam [km/jam]

### Kebisingan

Kebisingan adalah suara/bunyi yang tidak diharapkan dimana timbul dari suatu kegiatan dan mengganggu ketenangan, batas pendengaran telinga. Kebisingan adalah sebagai suara yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Menteri Negara Lingkungan Hidup 1996)

Batasan nilai tingkat kebisingan untuk beberapa kawasan atau lingkungan dapat dilihat sebagai berikut ;

**Tabel 1.** Baku tingkat kebisingan

No	Peruntukan/Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan dBA
1	Lingkup Kegiatan	
	Rumah sakit dan sejenisnya	55
	Sekolah dan sejenisnya	55
	Tempat ibadah dan sejenisnya	55

(Sumber: Kementerian Negara Lingkungan Hidup, tahun 1996)

### Analisis data

Analisis data diambil berdasarkan asumsi bahwa penambahan tingkat kebisingan (y) merupakan variabel tak bebas. Adapun variabel bebasnya adalah sebagai berikut,

x1 merupakan variabel bebas pertama/ arus lalu lintas sepeda motor (SPM)

x2 merupakan variabel bebas kedua/ arus lalu lintas mobil pribadi (MP)

x3 merupakan variabel bebas ketiga/ arus lalu lintas angkutan umum (AU)

x4 merupakan variabel bebas keempat/ arus lalu lintas angkutan barang (AB)

Berdasarkan data tersebut diatas didapatkan pendekatan model regresi linier berganda adalah  $y = a_0 + a_1.x_1 + a_2.x_2 + a_3.x_3 + a_4.x_4$ , dimana  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  dan  $a_4$  merupakan koefisien yang ditentukan berdasarkan data hasil perhitungan.

## TATA KERJA

### Tempat Penelitian

Tempat dan lokasi penelitian ini berada di depan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Ciawi yaitu jalan raya Bogor-Puncak ini termasuk jalan Nasional.



Gambar 1. Lokasi penelitian

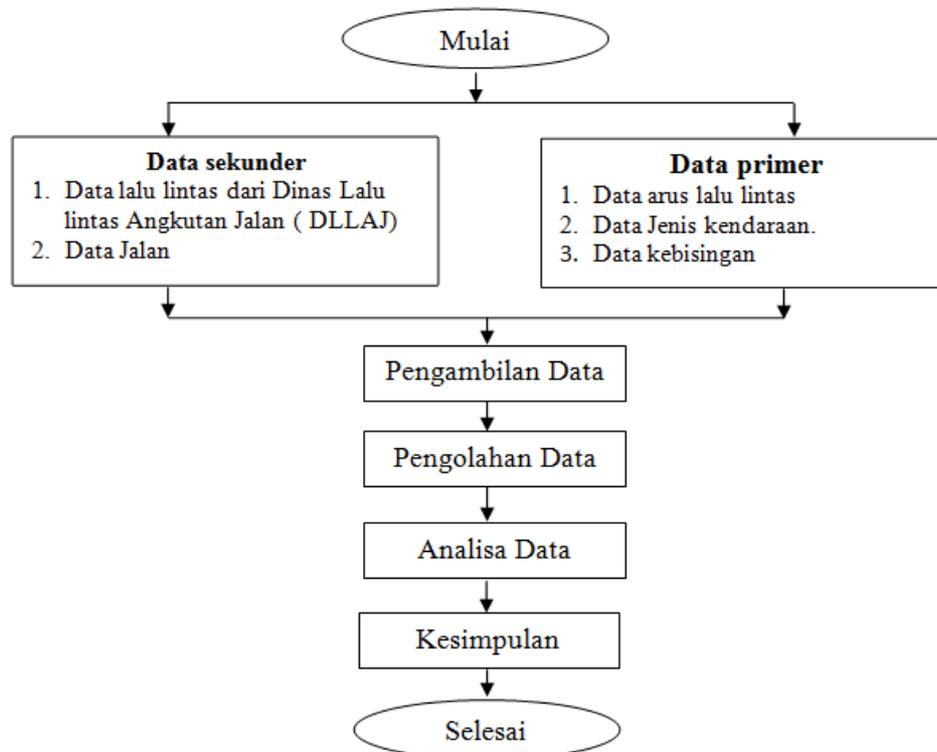
### Alat-alat penelitian

Peralatan utama penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Sound Level Meter* (SLM), sebagai alat utama untuk menghitung kebisingan yang terjadi pada tempat dan waktu tertentu. SLM yang di gunakan ini ada buah, yang diantaranya:
  - a. SLM 1, SLM Manual merk Krisbow, type KW06-291,
  - b. SLM 2, SLM Manual merk Krisbow, type KW06-291, dan
  - c. SLM 3, SLM Outo merk Extech, type HD600.
2. Rol Meter, sebagai alat bantu pengukur jarak antara titik SLM dengan jalan dan bangunan tembok rumah sakit.
3. Kamera digital, untuk mendokumentasikan segala proses dalam penelitian berlangsung.
4. Tally atau alat bantu penghitung manual, sebagai alat bantu untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas di Jalan raya.
5. Laptop, sebagai alat bantu dalam pengambilan data dan mengolah data yang di peroleh dari lapangan selama penelitian berlangsung.
6. Alat tulis beserta petugas pencatat di lapangan, untuk membantu dalam mencatat segala hal yang di peroleh selama pengambilan data di lapangan berlangsung.

### Metode Penelitian

Metode penelitian disampaikan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Metodologi penelitian

## PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

### Hari pertama

#### *Jarak 0,00 m dengan SLM 1*

Pengolahan data menggunakan SPSS versi 17 didapatkan tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Persamaan yang mewakili pada jarak 0,00 m, menggunakan SLM 1 adalah  $y = 78,163 - 0,316x_1 - 0,215x_2 + 0,103x_3 + 0,011x_4$ .

#### *Jarak 3,00 m menggunakan SLM 2*

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Disajikan persamaan mewakili jarak jarak 3,00 m dengan menggunakan SLM 2 adalah  $y = 72,196 + 0,116x_1 - 0,159x_2 - 0,032x_3 + 0,060x_4$ .

#### *Jarak 16.00 m menggunakan SLM 3*

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan pada jarak 16,00 m dengan menggunakan SLM 3 adalah  $y = 58,110 + 0,012x_1 - 0,431x_2 + 0,013x_3 + 0,112x_4$ .

## **Hari kedua**

### ***Jarak 0,00 m dengan SLM 1***

Pada hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 17.0 didapatkan tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Disajikan persamaan pada jarak 0,00 m dengan menggunakan SLM 1 adalah  $y = 67,132 - 0,121x_1 - 0,543x_2 + 0,387x_3 + 0,216x_4$ .

### ***Jarak 3,00 m menggunakan SLM 2***

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 3,00 m dengan menggunakan SLM 2 adalah  $y = 68,547 + 0,238x_1 - 0,784x_2 - 0,118x_3 + 0,146x_4$ .

### ***Jarak 16.00 m menggunakan SLM 3***

Arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 16,00 m dengan menggunakan SLM 3 adalah  $y = 57,432 + 0,111x_1 - 0,874x_2 + 0,546x_3 + 0,005x_4$ .

## **Hari ketiga**

### ***Jarak 0,00 m dengan SLM 1***

Pengolahan data menggunakan SPSS versi 17.0 didapatkan tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 0,00 m dengan menggunakan SLM 1 adalah  $y = 89,125 - 0,062x_1 - 0,071x_2 + 0,0118x_3 + 0,004x_4$ .

### ***Jarak 3,00 m menggunakan SLM 2***

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 3,00 m dengan menggunakan SLM 2 adalah  $y = 82,321 + 0,021x_1 - 0,114x_2 - 0,231x_3 + 0,610x_4$ .

### ***Jarak 16.00 m menggunakan SLM 3***

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 16,00 m dengan menggunakan SLM 3 adalah  $y = 59,217 + 0,017x_1 - 0,314x_2 + 0,551x_3 + 0,201x_4$ .

## **Hari keempat**

### ***Jarak 0,00 m dengan SLM 1***

Pada hasil pengolahan data menggunakan SPSS 17 didapatkan tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x1), mobil angkutan pribadi (MAP/x2), mobil angkutan umum (MAU/x3 dan mobil angkutan barang (MAB/x4) berdasarkan tingkat

kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 0,00 m dengan menggunakan SLM 1 adalah  $y = 82,613 - 0,326x_1 - 0,244x_2 + 0,015x_3 + 0,032x_4$ .

#### **Jarak 3,00 m menggunakan SLM 2**

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x<sub>1</sub>), mobil angkutan pribadi (MAP/x<sub>2</sub>), mobil angkutan umum (MAU/x<sub>3</sub>) dan mobil angkutan barang (MAB/x<sub>4</sub>) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 3,00 m dengan menggunakan SLM 2 adalah  $y = 71,119 + 0,011x_1 - 0,791x_2 - 0,442x_3 + 0,670x_4$ .

#### **Jarak 16,00 m menggunakan SLM 3**

Tingkat kebisingan (y) dengan arus lalu lintas sepeda motor (SPM/x<sub>1</sub>), mobil angkutan pribadi (MAP/x<sub>2</sub>), mobil angkutan umum (MAU/x<sub>3</sub>) dan mobil angkutan barang (MAB/x<sub>4</sub>) berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Berikut disajikan hasil persamaan yang mewakili kondisi jarak 16,00 m dengan menggunakan SLM 3 adalah  $y = 53,810 + 0,042x_1 + 0,141x_2 - 0,043x_3 + 0,148x_4$ .

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan pembahasan diatas bahwa peningkatan arus lalu lintas sepeda motor, mobil angkutan pribadi, mobil angkutan umum dan mobil angkutan barang terhadap kebisingan diperoleh hasil adalah kepadatan sepeda motor, mobil angkutan pribadi, mobil angkutan umum dan mobil angkutan barang memiliki pengaruh sedang terhadap kebisingan. Pengaruh ini terlihat pada kondisi hari keempat titik ketiga (*Sound Level Meter 3*), dengan kontribusi sebesar 53,65%. Perhitungan persamaannya adalah  $y = 53,810 + 0,042x_1 + 0,141x_2 - 0,043x_3 + 0,148x_4$ . Maksudnya jika tidak ada penurunan kepadatan sepeda motor maka tingkat kebisingan di SLM 2 adalah sebesar 53,810 dB<sub>A</sub>. Apabila terjadi penambahan arus lalu lintas sepeda motor sebesar +0,321 kend./jam dan terjadi penurunan arus lalu lintas mobil angkutan umum -0,043 kend./jam.

## **SARAN-SARAN**

Saran-saran yang perlu disampaikan adalah:

1. Perlu adanya peningkatan pelayanan diareal parkir RSUD agar tidak terjadi kesimpangsiuran arus lalu lintas yang melewatinya.
2. Untuk mencegah terjadinya suara langsung kendaraan bermotor maka diperlukan tanaman penghalang yang sifatnya dapat menyerap atau meredam bunyi yang dikeluarkan kendaraan bermotor.
3. Diaanjurkan penambahan rambu lalu lintas pertanda tidak menyalakan klakson atau bunyi knalpot sepeda motor yang diluar ketentuan atau tidak standar.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Tamin Z Ofyar., *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, edisi ke dua, 2000, Penerbit ITB Bandung.
- Warpani P Suwardjoko., *Pengelolaan Lalu lintas dan Angkutan Jalan*, tahun 2002, penerbit ITB Bandung.

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, , Pebruari 1997 *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1996, *Baku Tingkat Kebisingan, Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : Kep-48/MENLH/1996/25 November 1996*, Jakarta.
- Buchari, *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation program, 2007 USU resposiroty*, 2007.
- Hidayati, Nurul, *Pengaruh Arus Lalu Lintas terhadap kebisingan (Studi Kasus Beberapa Zona Pendidikan Di Surakarta)*. Surakarta, 2007.
- Linajari P. Bangun, dkk, *Kebisingan Lalu Lintas Dan Hubungannya Dengan Tingkat Ketergangguan Masyarakat*, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB, Bandung.

# ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN (ARKL) AKIBAT TRANSPORTASI KENDARAAN BERMOTOR DI KOTA SURABAYA

Isa Ma'rufi

Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja  
Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember  
Jl Kalimantan 37 Jember 68121, Telp. (0331) 337878, Fax (0331) 322995  
[isa\\_marufi@yahoo.com](mailto:isa_marufi@yahoo.com)

## Abstract

Environmental Health Risk Assessment (EHRA) is an approach to calculate or predict the risk to human health, including the identification of the uncertainty factors, a search on a particular exposure, taking into account the inherent characteristics of concern agent and the characteristics of specific target. This research is a descriptive study of risk agents are SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> and TSP. The experiment was conducted in the main streets of Surabaya City to look at the risk of environmental health caused by air pollution motor vehicles. Variables in this study are the identification of hazards, identification of sources, analysis of exposure, dose-response analysis, risk characterization, environmental health risk management. The results of the study to the levels of risk agents showed that the highest SO<sub>2</sub> levels in Bundaran Waru Road is 4.3 mg/m<sup>3</sup>, the highest levels of H<sub>2</sub>S in the Bundaran Waru is 2.10, the highest levels of NO<sub>2</sub> in A. Yani Road is 4.1, and the highest TSP levels at the Bundaran Waru is 2.46. Overall the RQ value for each risk agent in this study area according to more than 1 (one), it means that some of the gas in the air that comes from motor vehicles are very risky and requires control.

**Key words:** EHRA, risk quotient, motor vehicle, risk agent.

## Abstrak

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan suatu pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan *risk agent* adalah SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> dan TSP. Penelitian dilaksanakan di jalan-jalan utama Kota Surabaya untuk melihat risiko kesehatan lingkungan akibat pencemaran udara kendaraan bermotor. Variabel pada penelitian ini adalah identifikasi bahaya, identifikasi sumber, analisis pajanan, analisis dosis-respon, karakterisasi risiko, manajemen risiko kesehatan lingkungan. Hasil penelitian untuk kadar *risk agent* menunjukkan bahwa kadar SO<sub>2</sub> tertinggi di Jalan Bundaran Waru sebesar 4,3 mg/M<sup>3</sup>, kadar H<sub>2</sub>S tertinggi di Bundaran Waru yaitu 2.10, kadar NO<sub>2</sub> tertinggi di Jalan A. Yani yaitu 4.1, dan kadar TSP tertinggi di Bundaran Waru yaitu 2.46. Secara keseluruhan nilai RQ untuk setiap *risk agent* di lokasi studi menurut seluruhnya menunjukkan di atas 1 (satu), hal itu berarti beberapa gas di udara yang berasal dari kendaraan bermotor sangat berisiko dan membutuhkan pengendalian.

**Kata kunci:** ARKL, tingkat risiko, kendaraan bermotor, risk agent.

## PENDAHULUAN

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah salah satu alat pengelolaan risiko yang digunakan untuk melindungi kesehatan pada masyarakat akibat efek dari lingkungan yang buruk. Peraturan perundang-undangan Indonesia menyebutkan bahwa ARKL merupakan pendekatan ADKL. Landasan hukum ARKL untuk ADKL yaitu PerMenLH No. 08 Tahun 2006 tentang Pedoman Penyusunan Amdal dan KepMenKes No. 876/Menkes/SK/VIII/2001 tentang Pedoman Teknis ADKL. ARKL yang digunakan sebagai pendekatan ADKL merupakan alat untuk mengenal, memahami, dan meramalkan kondisi dan karakteristik lingkungan yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan sebagai dasar untuk menyusun atau mengembangkan pengelolaan dan pemantauan risiko kesehatan lingkungan. ARKL juga merupakan suatu metode yang *adequate* untuk

melakukan kajian dampak kesehatan kasus-kasus pencemaran secara umum (Rahman, 2007).

Menurut Louvar(1998), ARKL merupakan kerangka ilmiah untuk memecahkan permasalahan lingkungan dan kesehatan. US-EPA mendefinisikan ARKL adalah evaluasi ilmiah dampak kesehatan potensial yang dapat terjadi karena pajanan zat tertentu atau campurannya pada kondisi spesifik (US-EPA, 1998). Sedangkan PPCS mendefinisikan ARKL merupakan proses memprakirakan risiko pada suatu organisme, sistem atau (sub) populasi sasaran, dengan segala ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpajan oleh agen tertentu, dengan memerhatikan karakteristik agen dan sasaran yang spesifik (IPCS 2004).

Kadar pencemaran udara ditentukan oleh adanya zat-zat seperti karbon monoksida, debu/partikel, sulfur dioksida, nitrogen oksida, dan hidrokarbon. Zat-zat tersebut dapat mengakibatkan dampak yang merugikan bagi kesehatan manusia seperti sakit kepala, sesak nafas, iritasi mata, batuk, iritasi saluran pernafasan, rusaknya paru-paru, bronkhitis, dan menimbulkan kerentanan terhadap virus influenza. Selain manusia zat-zat tersebut juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman, misalnya zat NO<sub>2</sub> dapat menimbulkan bintik-bintik pada daun sampai mengakibatkan rusaknya tunas daun. Pencemaran udara juga akan menimbulkan kerusakan pada bangunan, misalnya asam sulfat yang terbentuk sebagai hasil reaksi antara SO<sub>3</sub> dengan uap air yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam (BAPPEDA, 2001).

Udara dimana di dalamnya terkandung sejumlah oksigen, merupakan komponen esensial bagi kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan campuran dari gas, yang terdiri dari sekitar 78% Nitrogen, 20% Oksigen; 0,93% Argon; 0,03% Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan sisanya terdiri dari Neon (Ne), Helium (He), Metan (CH<sub>4</sub>) dan Hidrogen (H<sub>2</sub>). Udara dikatakan "Normal" dan dapat mendukung kehidupan manusia apabila komposisinya seperti tersebut diatas. Sedangkan apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar/terpolusi (Kastiyowati, 2003).

Pencemaran udara disamping berdampak langsung bagi kesehatan manusia/individu, juga berdampak tidak langsung bagi kesehatan. Efek SO<sub>2</sub> terhadap *vegetasi* dikenal dapat menimbulkan pemucatan pada bagian antara tulang atau tepi daun. Emisi oleh Fluor (F), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dan Ozon (O<sub>3</sub>) mengakibatkan gangguan proses asimilasi pada tumbuhan. Pada tanaman sayuran yang terkena/mengandung pencemar Pb yang pada akhirnya memiliki potensi bahaya kesehatan masyarakat apabila tanaman sayuran tersebut dikonsumsi oleh manusia (Kastiyowati, 2003).

Pencemaran udara di Kota Surabaya semakin mengkhawatirkan. Hal tersebut terutama akibat berkembangnya jumlah kendaraan dan pembangunan kota yang tidak ramah lingkungan. Tingginya tingkat pencemaran udara di Surabaya disebabkan pertambahan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan pembangunan jalan. Hal tersebut didukung pula dengan tidak adanya peraturan pembatasan penggunaan kendaraan. Selain itu, pembangunan gedung-gedung tidak sepenuhnya memperhatikan dampak kelancaran lalu lintas. Akibatnya, bermunculan titik rawan kemacetan seperti, di daerah Waru, Jalan Diponegoro, dan Jalan Ahmad Yani.

Berdasarkan pemantauan kualitas udara ambien Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya, kategori udara yang tidak sehat semakin hari mengalami pertambahan. Sedangkan, udara yang sehat justru berkurang. Kategori tersebut berdasarkan pengukuran dari lima stasiun pemantauan kualitas udara ambien. Sebagai gambaran, selama bulan Mei

2002 terdapat delapan hari udara berkualitas baik. Sedangkan pada bulan Oktober tidak ada sama sekali. Selain itu, indikator lain yang dapat digunakan untuk mengukur pencemaran udara tersebut adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Udara dapat dikategorikan berkualitas baik memiliki ISPU (0-50). Sedangkan, kualitas udara berbahaya bernilai ISPU (300-500). Selama bulan Mei nilai ISPU rata-rata adalah 62,42. Sedangkan, selama bulan Oktober naik menjadi 84,60. Antoro mengatakan, polutan yang tersebar di udara tersebut berpotensi besar dihirup masyarakat dan jika turun hujan, zat pencemar akan terserap oleh tanah (Kompas, 6 Februari 2003).

Tujuan dari studi analisis risiko kesehatan lingkungan akibat pencemaran kendaraan bermotor di Kota Surabaya adalah pertama, memperkirakan tingkat risiko kesehatan warga yang tinggal di pinggir jalan utama di Kota Surabaya. Kedua, mengidentifikasi lokasi studi yang dilakukan berstatus aman untuk dihuni masyarakat atau tidak. Dan ketiga, merumuskan pengelolaan dan pengendalian risiko kesehatan jika lokasi studi tidak aman untuk dihuni masyarakat

## METODOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan risk agent adalah SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> dan TSP. Penelitian dilaksanakan di jalan-jalan utama kota Surabaya untuk melihat risiko kesehatan lingkungan akibat pencemaran udara kendaraan bermotor. Variabel pada penelitian ini adalah identifikasi bahaya, identifikasi sumber, analisis pajanan, analisis dosis-respon, karakterisasi risiko, manajemen risiko kesehatan lingkungan. Karakteristik risiko dinyatakan dengan tingkat risiko (*Risk Quotient*) merupakan pembagian antara asupan inhalasi (*I*) dan *reference concentration* (*RfC*). Selain itu untuk menentukan asupan inhalasi dibutuhkan juga parameter antropometri (berat badan dan laju inhalasi), pola aktivitas (waktu, frekuensi dan durasi pajanan) dan sebagainya. Tingkat risiko dihitung dengan persamaan 1 dan asupan inhalasi (*I*) dihitung dengan menggunakan persamaan 2 (Louvar and Louvar, 1998).

$$RiskQuotient(RQ) = \frac{I}{RfC} \quad (1)$$

$$I = \frac{CRt_E f_E D_t}{W_b t_{avg}} \quad (2)$$

Keterangan :

- I = asupan inhalasi (mg *risk agent*/kg berat badan individu/hari)
- C = konsentrasi risk agent di udara (mg *risk agent*/M<sup>3</sup> udara)
- R = laju inhalasi (M<sup>3</sup> udara/jam)
- t<sub>E</sub> = lama pajanan (jam/hari)
- f<sub>E</sub> = frekuensi pajanan, 350 hari/tahun untuk nilai default residensial
- D<sub>t</sub> = durasi pajanan, 30 tahun untuk default bagi populasi residensial
- W<sub>b</sub> = berat badan individu (kg)
- t<sub>avg</sub> = perioda waktu rata-rata (D<sub>t</sub> 365 hari/tahun untuk nonkarsinogen, 70 tahun, 365 hari/tahun untuk karsinogen)

Kesimpulan: R>1= berisiko terhadap kesehatan; R<1 = tidak berisiko terhadap kesehatan

Manajemen risiko kesehatan lingkungan dilakukan dengan empat elemen utama, yaitu evaluasi risiko, pengendalian emisi dan pajanan dan pemantauan risiko. Manajemen risiko dihitung dengan menggunakan rumus:

1. Konsentrasi maksimal yang aman dikonsumsi manusia (C max aman).
2. Laju konsumsi maksimal yang aman bagi manusia (R max aman)
3. Asumsi yang digunakan adalah  $RQ = 1$

Perhitungan konsentrasi aman dan laju konsumsi aman adalah:

$$R = \frac{RfC \times W \times t}{C \times f \times D} \quad (3)$$

Metode pengambilan keputusan adalah:

1. Apabila konsentrasi awal > konsentrasi max.aman, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk menurunkan konsentrasi, memperbaiki kondisi lingkungan, dll.
2. Apabila laju asupan awal > laju asupan max.aman, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk menurunkan laju asupan dengan mengurangi waktu tinggal/waktu papar, dll.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran terhadap *Risk agent* pencemar udara akibat kendaraan bermotor di jalan utama Kota Surabaya menunjukkan bahwa kadar  $SO_2$  tertinggi di jalan bundaran waru sebesar  $4,3 \text{ mg/M}^3$ , kadar  $H_2S$  tertinggi di bundaran waru yaitu 2.10, kadar  $NO_2$  tertinggi di jalan A. Yani yaitu 4.1, dan kadar TSP tertinggi di bundaran waru yaitu 2.46, lebih jelas bisa dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Konsentrasi gas dan debu di Jalan Utama Kota Surabaya

No.	Daerah/Lokasi	Konsentrasi Gas dan Debu (diolah dalam $\text{mg/M}^3$ )			
		$SO_2$	$H_2S$	$NO_2$	TSP
1	Bundaran waru	4.3	2.10	3.7	2.46
2	Jalan A. Yani (depan Polda)	3.8	1.30	4.1	2.12
3	Jalan A. Yani (depan RSAL)	3.4	1.70	2.8	1.83
4	Jalan Darmo (depan masjid Alfalah)	4.2	1.20	3.3	2.35
5	Jalan Perak	3.3	1.50	3.5	2.07

Nilai *default* untuk parameter antropometri dan pola aktivitasnya mengacu terhadap tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Nilai *default* untuk parameter antropometri

Reseptor	Laju Inhalasi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )	F. Pajanan (jam)	Berat Badan (Kg)	Durasi Pajanan (thn)	Frekuensi (hari/thn)
Anak – anak	0,5 <sup>a</sup>	18 (6 jam sekolah diluar lokasi) <sup>c</sup>	15 <sup>a</sup>	2 <sup>c</sup>	350 <sup>a</sup>
Dewasa (IRT)	0,83 <sup>a</sup>	24 <sup>c</sup>	55 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>	350 <sup>a</sup>
Pekerja	0,83 <sup>a</sup>	14 (10 jam bekerja diluar lokasi) <sup>c</sup>	70 <sup>a</sup>	2 <sup>c</sup>	350 <sup>a</sup>

Sumber : <sup>a</sup> U.S.EPA 1990, <sup>b</sup> Nukman et al (2005), <sup>c</sup> Asumsi penulis

Untuk menghitung *risk quotient* dibutuhkan nilai dosis responnya ( $RfC$ ,  $\text{mg/kg/hari}$ ), adapun nilainya tersebut tercantum dalam tabel 3 dibawah ini :

**Tabel 3.** Nilai Dosis Responnya *Risk Agent*

No.	Agen Risiko	RfC	Efek Kritis dan Sumber Data (Referensi)
1.	SO <sub>2</sub>	2,6E-2	Gangguan saluran pernafasan (Nukman et al., 2005; Rahman et al., 2008; US-EPA, 1990a)
2.	NO <sub>2</sub>	2E-2	Gangguan saluran pernafasan (Kolluru, 1996; US-EPA, 1990a)
3.	H <sub>2</sub> S	2E-3	Lesi nasal lendir olfaktori pada uji hayati tikus inhalasi subkronik (Brenneman, James, Gross, & Dorman, 2000). Revisi terbaru 28 Juli 2003.
4.	TSP	2,42	Gangguan saluran pernafasan (Nukman et al., 2005; Rahman et al., 2008; US-EPA, 1990a)

Sumber : Data *on-line* diperoleh dari IRIS per 2 Mei 2010.

Karakteristik risiko dihitung berdasarkan setiap segmen populasi dengan nilai default untuk laju inhalasi, berat badan, durasi pajanan dan frekuensi mengacu terhadap tabel.4. Sedangkan untuk periode waktu rata-ratanya ( $t_{avg}$ ) adalah 6 tahun (365hari/tahun) untuk subpopulasi anak-anak dan 30 tahun (365hari tahun) untuk subpopulasi dewasa (ibu rumah tangga) serta pekerja. Berikut ini adalah tabel yang menyajikan nilai-nilai  $RQ$  secara keseluruhan.

**Tabel 4.** Tingkat Risiko ( $RQ$ ) SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan TSP untuk populasi anak – anak, dewasa (IRT) dan pekerja dengan  $W_b$  15 kg, 55 kg dan 70 kg dan  $f_E$  350 hari/tahun

No.	Lokasi	Tingkat Risiko			
		SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO <sub>2</sub>	TSP
<b>A. Anak-anak</b>					
1	Bundaran Waru	21.145	8.9498	23.653	13.105
2	JalanA. Yani (depan Polda)	18.686	5.5403	26.21	11.294
3	Jalan A. Yani (depan RSAL)	16.719	7.2451	17.9	9.7489
4	Jalan Darmo (depan Masjid Al Falah)	20.653	5.1142	21.096	12.519
5	Jalan Perak	16.228	6.3927	22.374	11.027
<b>B. Dewasa (iburumahtangga)</b>					
1	Bundaran Waru	5.7668	2.4408	6.4508	3.5741
2	JalanA. Yani (depan Polda)	5.0963	1.511	7.1482	3.0801
3	Jalan A. Yani (depan RSAL)	4.5598	1.9759	4.8817	2.6588
4	Jalan Darmo (depan Masjid Al Falah)	5.6327	1.511	7.1482	3.0801
5	Jalan Perak	4.2916	1.7435	6.1021	3.0075
<b>C. Pekerja</b>					
1	Bundaran Waru	4.5311	1.9178	5.0685	2.8082
2	JalanA. Yani (depan Polda)	4.0042	1.1872	5.6164	2.4201
3	Jalan A. Yani (depan RSAL)	3.5827	1.5525	3.8356	2.089
4	Jalan Darmo (depan Masjid Al Falah)	4.4257	1.0959	4.5205	2.6826
5	Jalan Perak	3.4773	1.3699	4.7945	2.363

Berdasarkan tabel 4 di atas, secara keseluruhan nilai  $RQ$  untuk setiap *risk agent* di lokasi studi menurut segmentasi populasinya seluruhnya menunjukkan diatas 1 (satu). Hal itu berarti beberapa gas di udara yang berasal dari kendaraan bermotor sangat berisiko dan membutuhkan pengendalian. Kemungkinan efek toksisitasnya baru dirasakan 6 (enam) tahun kedepan bagi anak-anak dan 30 tahun bagi ibu rumah tangga serta pekerja laki-laki.

Adapun perbandingan nilai frekuensi  $RQ$  persegmentasi populasi di seluruh wilayah jika dirinci, adalah sebagai berikut Anak - anak > Dewasa (Ibu Rumah Tangga) > Pekerja.

*Risk quotient* untuk  $SO_2$  semuanya berada diatas 1 (satu), yakni berkisar antara 3,477 – 21.145. Perbandingan nilai  $RQ$   $SO_2$  berdasarkan wilayah adalah JalanBundaran Waru >Jalan Darmo >Jalan A. Yani RSAL> Jalan A. Yani Poldo > Jalan Perak. Sedangkan untuk *risk quotient*  $NO_2$  adalah berkisar diantara 3,835 – 23,65. Perbandingan nilai  $RQ$  untuk  $NO_2$  berdasarkan wilayahnya adalah Jalan Bundaran Waru >Jalan A. Yani RSAL >Jalan A. Yani Poldo >Jalan Darmo > Jalan Perak. Adapun nilai frekuensi  $RQ$   $H_2S$  berkisar antara 1,09 – 8,95. Perbandingan nilai  $RQ$   $H_2S$  berdasarkan wilayahnya adalah Jalan Bundaran Waru >Jalan A. Yani RSAL > Jalan A. Yani Poldo >Jalan Darmo > Jalan Perak. Untuk TSP yang berkisar diantara 2,089 – 3,6588. Perbandingan nilai  $RQ$  TSP berdasarkan wilayahnya adalah Jalan A. Yani RSAL >Bundaran Waru > Jalan A. Yani Poldo >Jalan Darmo > Jalan Perak.

Berdasarkan tabel 4 di atas, *risk agent* menurut *risk quotient*nya yang paling dominan atau besar disetiap jalan utama di Kota Surabaya adalah  $SO_2$  dan yang paling tidak dominan atau kecil adalah  $H_2S$ .  $SO_2$  merupakan senyawa oksida belerang yang toksik dan pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit khronis pada sistem pernafasan kardiovaskular. Hal ini karena gas  $SO_2$  yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran napas yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas  $SO_2$  tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Jika terjadi iritasi pada saluran pernapasan,  $SO_2$  dan partikulat bisa menyebabkan pembengkakan membran mukosa. Pembentukan mukosa menimbulkan hambatan aliran udara pada saluran pemapasan. Kondisi ini akan menjadi lebih parah bagi kelompok yang peka, seperti penderita penyakit jantung atau paru - paru, dan para lanjut usia.

## KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan risiko dan kajian terhadap beberapa *risk agent* di setiap jalan utama di Kota Surabaya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan pertama, kadar  $SO_2$  tertinggi di JalanBundaran Waru sebesar  $4,3 \text{ mg}/\text{M}^3$ , kadar  $H_2S$  tertinggi di Bundaran Waru yaitu 2.10, kadar  $NO_2$  tertinggi di Jalan A. Yani yaitu 4.1, dan kadar TSP tertinggi di Bundaran Waru yaitu 2.46.2. Kedua, *Risk agent* berdasarkan nilai frekuensi karakteristik risikonya yang paling besar rata-rata disetiap jalan utama di Kota Surabaya adalah zat  $SO_2$  dan terendah  $H_2S$ . Ketiga, seluruh lokasi jalan utama di Kota Surabaya tidak aman untuk dijadikan tempat tinggal .

Berdasarkan kesimpulan di atas, pengendalian yang paling mendesak adalah dengan menggalakkan program langit biru, menggalakkan penanaman tumbuhan, melarang penduduk untuk bertempat tinggal di sepanjang jalan utama, dan penduduk bisa pindah ke tempat yang lebih aman dari paparan *risk agent* karena manajemen risiko yang dilakukan terkait pengurangan konsentrasi dan waktu pajanan ( $t_E$  dan  $f_E$ ) sudah tidak realistis, atau dapat juga dengan penggunaan masker, namun hanya bersifat sementara.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. 2012. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal PPM dan PL.
- Antonius Alijoyo. 2005. *Enterprise Risk Management, Pendekatan Praktis*. Edisi Kedua. Jakarta: Ray Indonesia.
- Balitbangkes. 2013. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Balitbang Kesehatan Kementerian Kesehatan.
- Kementrian LH. 2013. *Analisis Risiko Lingkungan (ARL)*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- ATSDR. 1996. *Guidance for Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Health Studies*. US Department of Health and Human service. Available: <http://www.atsdr.cdc.gov/HS/gdl.html>.
- enHealth. 2002. *Environmental Health Risk Assessment: Guidelines for Assessing Human Health Risk from Environmental Hazard*. Canberra: Commonwealth of Australia.
- EPA. 1990. *Exposure Factors Handbook, EPA 600/8-89/043*. Cincinnati, OH: US Environmental Protection Agency.
- ..... 1990a. *Seminar Publication: Risk Assessment, management and Communication of Drinking Water Contamination EPA/625/4-89/024*. Cincinnati, OH: US Environmental Protection Agency.
- IPCS. 2004. *Environmental Health Criteria XXXX: Principles for modeling dose-response for the risk assessment of chemicals (draft)*. Geneva: World Health Organization and International Programme on Chemical safety.
- 2004. *IPCS Risk Assessment Terminology, Part 1: IPCS/OECD Key generic Terms Used in Chemical Hazard/Risk Assessment; Part 2: IPCS Glossary of key Exposure Assesment Terminology*. Geneva: World Health Organization and International Programme on Chemical safety.
- IRIS. 2012. *Integrated Risk Information System List of Substance*. Available: <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>.
- Kolluru RV. 1996. *Health Risk Assessment: Principles and Practices. In: Risk Assessment and Management Handbook for Environmental, Health, and safety Professionals (Kolluru RV, Bartell s, Pitblado R, Stricoff S, sds)*. New York: McGraw-Hill.
- Louvar JF, Louvar BD. 1998. *Health and Environmental Risk Analysis: Fundamentals with Application*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mukono HJ. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mukono HJ. 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nukman A, Rahman A, Warouw S, Ichsan M, Setiadi, Akib CR. 2005. *Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan pencemaran Udara: Studi Kasus di Sembilan Kota Besar padat Transportasi*. J Ekolog Kesehatan 4(2):270-289.
- NRC. 1983. *Risk Assesmant in the Federal Government: Managing Process*. Washington DC: National Research Council, National Academic of Science Press.
- Rahman A. 2007. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan 9Kajian Aspek Kesehatan Masyarakat dalam studi AMDAL dan Kasus-Kasus Pencemaran Lingkungan*. Depok: Pusat kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indoensia.

# ROAD SAFETY PERCEPTION TOWARDS SUSTAINABLE TRANSPORT (A CASE OF ROAD SAFETY PROGRAMS IN YOGYAKARTA, INDONESIA)

**Zuni Asih Nurhidayati**  
Student of MSTT, Gadjah Mada  
University- Master of Science in  
Business Administration, Service  
Management , Karlstad University  
Phone : +62 815 742 09080  
[zuniasih@yahoo.com](mailto:zuniasih@yahoo.com)

**Samuel Petros Sebhatu**  
Assistant Professor of Business  
Administration at CTF and Senior  
Researcher of SAMOT  
Karlstad University  
Phone: +46 547002163  
[samuel.sebhatu@kau.se](mailto:samuel.sebhatu@kau.se)

**Siti Malkhamah**  
Professor  
Master Programme in Transport  
System and Engineering,  
Gadjah Mada University  
Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Phone: +62 274 902245  
[smalkhamah@mstt.ugm.ac.id](mailto:smalkhamah@mstt.ugm.ac.id)

## Abstract

The **Aims** of this study is suggests a set of scheme on road safety policy improvement in Yogyakarta by firstly understanding the road user perception on current road safety programmes related to the ongoing problems, then analyse it along with other actor's role in achieving sustainable transport. "The Five Pillars" as current road safety action plan are followed to actualize safe mobility and "zero accident". Using Yogyakarta as a case study within the **Research Design**, this qualitative study are conducting triangulation technique in data collection. The Study Empirically describe the present situation and gain the road user perception by marriage with The Theory of Planned Behaviour, Sustainability, Value Creation and Hongkong's Transport Policy in theoretical part. It indicates according the **Results**, there still existed a gap of perception between road users and road safety officer due to the existence of irregularities within the road safety programs implementation.

**Kata kunci:** *road safety, The Five Pillars, perception, transport policy, sustainable transport.*

## INTRODUCTION

Road traffic accident which causing fatality injury has attained worrying levels in the world to date. WHO (2013) stated that road traffic injuries are among the eighth leading cause of death nowadays and predicted will be even worse in the future. According to this scheme, the middle-income countries play a significant role on this phenomenon since its road traffic fatality rates are above on average, reached at 20.1 per 100.000 populations. For Indonesia case, the number of fatalities due to traffic accidents itself has reached 32.657 people each day in 2011 (WHO, 2013). Aside from damaged roads and vehicles unworthiness, one of the reason most substantial comes from the human error such as violation of traffic law or regulations i.e. over speeding; helmet cases; violate an opposing line etc. Thus, the government start rethink on currently road safety action plan by actively followed a Decade of Action for Road Safety (DoA) 2011-2020.

By its total population of 3,514,762 inhabitants, area 3,185.80 km square, Yogyakarta known as one of mega cities in Indonesia divided into five regencies: Kulonprogo, Bantul, Gunungkidul, Sleman, and Yogyakarta (*D.I. Yogyakarta in Figure*, 2013). The city has 1,749,738 units of motorized vehicles registered in 2012, mostly dominated by motorcycle (1.537.534 units, increase 8,04% from 2011). Apart from motorcycles and private cars, the type of daily mode of transport for the citizens in this city are TransJogja buses, authorised buses (bus kota), cycle rickshaws (becak), traditional horse-drawn carriages (andong), taxi, and motorcycles cab services (ojek). the city also provides national road

networks of 168,81 km, province road networks of 690,25 km and district roads of 3.968,88 km (mostly two lanes-two ways type) (RPJMD 2009-2013). Currently, Law 22 of 2009 are mainly used as reference to regulate road traffic management. Yet The response of legislation and the public awareness regarding the current condition is still enhanced since the low level of the road user's willingness to obey the traffic enforcement. Moreover, the lack of knowledge among road user, poor driver, vehicle standard and insufficient accident data adds to road safety problems.

## **THEORETICAL FRAMEWORK**

The accident occurrences which lead to fatality, bases on its exposure, the accident rate on that area and the injury severity level. Contextual to this, there are several component that influence mainly on these occurrences, the human behaviour and engineering matters (Elvik, 2004). Much research also supported the three elements on traffic safety: *the road user, vehicle, and infrastructure* (Wang *et al.*, 2013). The most common framework within road injuries identification is "Haddon Matrix" (Haddon, 1980).

Human factors aspect encompass commonly road user behaviour on travelling such as distraction (cell phone, display screen), wearing personal protective equipment (seatbelt, safety helmet, etc.), speed of travel (avoid over the speed limit), driving behaviour, alcohol and drugs influence (Elvik *et al.*, 2009). While Surrounding factors such as economic and demographic variable (age, gender, family composition, the number of inhabitants, education, the income level) are also considered as the affecting factors on road safety, particularly on risk and exposure (WHO, 2004; Elvik *et al.*, 2009). One of the most common theory to explain more about human behaviour is Theory of Planned Behaviour (TPB) (Ajzen, 1991). These theories were differentiated three types of beliefs. There are *behavioral, subjective norm* and *control*. According to the theory, when a person's intention directly used together with the behavioral control perception, it will lead to behavioral achievement (Ajzen, 1991). Thus, personal feelings on norm are perceived as moral responsibility in conducting the activity.

As part of engineering factors, vehicles and safety equipment are affecting directly to the road safety since it can create a lasting, sustainable occurrences such as length, weight, electronic stability, safety equipment, and stopping distance. Environmental zones also substantially contributeing in supporting the road safety since it encompass traffic (speed, traffic density, traffic flow, traffic congestion) and road characteristic (geometry design, infrastructure, land use and network planning) (Wang *et al.*, 2013). Road infrastructures encompass the road construction and design (i.e. speed zone, junctions, intersections), signing and marking (i.e. rumble strips, Variable Message Signs (VMS), road maintenance and the road quality assurance (road safety audits and road safety inspection activities) (Elvik *et al.*, 2009).

### **Perception of road safety**

In addition, there are certain factors that related to both engineering and human behaviour such as risk compensation and physiological theory. It states that drivers would adopt that physiological behaviour in lower risk perception such as reducing attention or speed management. As well as the role of perception of behavioral control on the behavior achievement, the genesis of perception on road safety is closely linked to the risk in traffic

accident cases (Methorst, 2005). According to Wildervanck (1988), perception can be seen within chains on a cyclical process of human information which involving assessment, decision and action. Moreover, There are three levels of road safety perception: subjective risk, traffic menace and traffic liveability. Traffic liveability and traffic menace were strongly influenced by the general safety perception of both the road user and the policy makers (Wildervanck, 1988).

### **Sustainability and Transportation**

The conceptualization of sustainability has become in general and used broadly for both of the environmental sphere and transportation sphere. Mobility as the basic human need is demanding on the system's accessibility such as infrastructure and public facilities through sustainable way. The primary definition of sustainability is mostly referencing the triple bottom line: *social* equity, *economic* efficiency and *environmental* responsibility (Elkington, 1998).

According to Kemp (2005; cited in Enquist *et al.*, 2007) there are five dimensions to sustainability (ethical, social, nature-philosophic, economic and legal). These five dimensions reflected the philosophical thinking on sustainable development which jointly with road safety efforts through public policy can be used as the driver values to create sustainable safety. Sustainable development is widely accepted as a desired policy goals which provide an opportunity for each stakeholder concerned with future perfection. The sustainable way of thinking involves whole actors in the system network, including local stakeholders and society (Enquist *et al.*, 2007). Since sustainability system encompasses whole actors in the system network, the value creation process is occurring within this part.

This part is representing the integration of sustainability and stakeholders's thought regarding road safety which causing a high fatality rate. Since it encompasses negotiation, accommodation from various interests during the process of decision making of policy, the political effect is generally occur within the system through some decision's flow, organisational dependencies, and programmes (Rose, 1976). For the urban area, the indicators of sustainable transportation are accessible; health and *safety*; cost effectiveness; impacts on competitiveness and wealth generation; natural capital consumption; pollutant's production. Furthermore, five sustainable safety principles (functionality, homogeneity, forgivingness, predictability, state awareness) are formulated towards "zero vision" (Wegman, 2006).

For learning lesson in policy improvement within road safety, Hongkong is the one of the rapidest cities which successful on providing an effective, efficient, reliable and safety of transport system so as meet the sustainable transportation and development (Transport and Housing Bureau of Hongkong, 2013). Thus, the local government designing Hongkong as "*living streets, walkable city*" which concentrated on three approach: Transport infrastructure improvement and land use planning; Public transport enhancement and integrated with the other mode of transport; Road uses management. Regarding these approach, Hongkong strategy were lead to the five "Better" (land use planning and integrated transport system; rail network as the back-bones of Hongkong's citizen; public transport system, facilities, and services; modern, high and advanced technologies in transport system; and transport management that environment-friendly)(Transport and Housing Bureau of Hongkong, 2013).

## METHODOLOGY

Since qualitative method has been chosen to describe the root of the problems within this research, non-numerical data and related indicators or categories have provided in understanding the 'What', 'When', 'Where', 'How' and 'Why' of the reason behind the findings. The case study method has been adopted in generating a research question includes the descriptive and explanatory questions regarding the research (Yin, 2003). The case study of this research is the road user perception on road safety programs to date in the Yogyakarta region as one of the pilot projects Global Road Safety (WHO, 2013) and the first county for the Road Safety Partnership Action (RSPA). This research is presents single case study which using comparison case study (Hongkong) as a whole holistic case study to observe the determinant factors on how Hongkong conducts their road safety programs heading to sustainable transport.

### Data Collection

During the research, the Author used multiple sources of evidence documentation approach or called *triangulation* such as archival records, participant-observation, and interviews (Yin, 2003). An online questionnaire was launched to those participants in several categories (senior high school students, college students and workers), included core material and equipped with additionally itemized questions. For sample strategy for qualitative research, *judgement sampling* or *purposive sampling* is used for selected informant to help the researcher to respond the research question in the case study. Furthermore, qualitative research had focus on perception, expectation, subject's meanings and followed by actions (Berg and Lune, 2004). Thus, the subject and victim that mostly involved in road traffic accident such as workers, civil servant and students (RUNK, 2011). While for the sampling conducted by *snowball technique* or "best friend control".

The data followed are represented the percentage of road user who mostly involved in a road traffic accident as subject (RUNK, 2011): Workers (55%); Civil servant (17%); Student (10%); College Student (7%); Driver (10%); and Police Officer and Military (1%). The author also conducts tele-interviews with some of officer stakeholders in order to get the development of the case study and reliable source information. The interview (Regional Police Officer, Regional Land Transport Officer, Public Works Officer) and questionnaires were launched within two months (started from April till May 2014). This research also conducts observation based on online source, social communities such as facebook community, Official Website each stakeholder, Google Scholar, and Global Plan for DoA (2011-2020).

The qualitative data within this paper were analysed using *content analysis* for road safety evaluation. The analysis process involves reading and re-reading related data in order to explore the similarity and dissimilarity. The categories in the analysis part were referenced *The Five Pillar Approach*, and conducted by *Microsoft Office Excel software*. Each of response (questionnaires, interviews) on performance indicators were analysed and presented through chart using *pivot table* and *pivot chart*. For some of variable such as gender, age and occupation were also presented by *pivot chart* and correlated with other variable such as driver license matters, resulted on which variable of perception causing the emergence of road safety problems. For reliable test, Yin (2003) stated that reliability on designing cases studies uses replication logic, ensured by developing a case study protocol and database.

## EMPIRICAL STUDY

According to current research result (Sahabudin *et al.*, 2011), poor driving behaviour is the main cause of road traffic accidents in Yogyakarta Municipality, particularly for motorcyclist cases. In most cities of Indonesia including Yogyakarta, motorcycle purchase is easy to obtain through credit system and known as the most compatible mode transport by its speed and flexibility. These problems were getting worse with the number of “ojek,” “andong,” and “becak” that provide services with lower safety level. Due to the economic reason, many people in this city willing to provide urban transportation as “ojek,” “andong,” “becak” drivers. Road safety problems such as mixed traffic, motorisation, driver distraction, over speed limit, driving license, low of safety devices usage, taking over of the pedestrians and cyclist's facilities, road infrastructure, and vehicles emission are part of most cities in Indonesia.

According to the Regional Polices data showed that 431 people per day were died due to crash an accident on the roads in 2012. Ironically, more than half of those numbers who were killed in road accident were the vulnerable road users among the age of 15 until 44 years old, and 73% of those were male (RUNK 2011). It has been investigated previously that the human factor is the main cause of road traffic accidents, since its percentage in comparison with other factors is excessively high (77%) (Sutomo, 2000). By referencing Law 22/2009 about road traffic regulation and transportation, The Police Regional Command of Yogyakarta (Polda) launch “the shared commitment on five pillar approach” within Decade of Action (DoA) programmes: (1) road safety management; (2) safer roads and mobility; (3) safer vehicles; (4) safer road users; (5) post-crash management as a guide for the road safety strategy.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

Motorisation and car ownership is the root of current problems since its number was rising by 10,9% and 7,7% annually respectively (Global Works, 2011). For Yogyakarta, the number of motorcycle shows the increase growth of 8,04% from 2011. Total of 120 questionnaires were collected with effective samples since represent the active road user including the vulnerable road user (motorcyclists, cyclists, pedestrians). The survey items of the questionnaire encompass individual characteristics, driver license attributes, and present road safety perception.

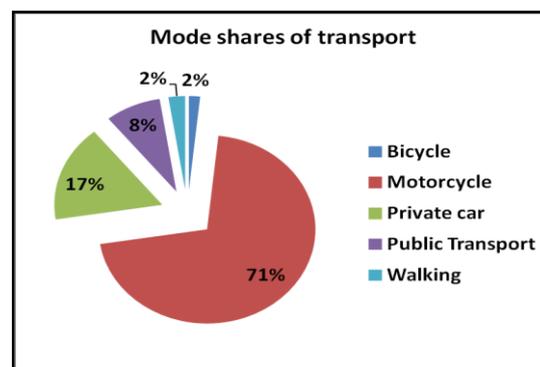


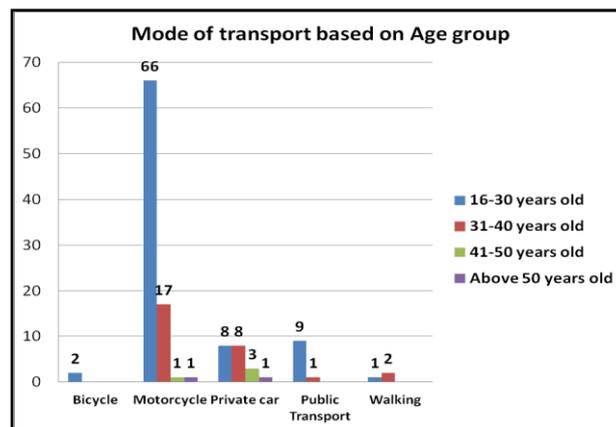
Figure 1 The mode shares of transport in Yogyakarta

## Field Observations

*Human behaviour* – According to Dirlantas Polda DIY Kombes Pol Nasri Wiharto statement, the biggest cause of accidents due to human behaviour in Indonesia, is the driver by using the phone while driving as much as 2,037 cases (738 cases of phoning, 255 cases of texting, and 197 cases of watching TV car. Moreover, there are existed various advertisements installation in all the way. Riding a motorcycle without basic knowledge (low of safety-helmet-wearing) of road traffic regulation is often encountered. Until January 2012 there are 1,006 cases of lawbreaking helmet usage (D.I Yogyakarta in Figure, 2013).

*Vehicles and Safety Device* – To date, vehicle safety policy was still in progress to enhanced such as vehicle testing (Pengujian Kendaraan Bermotor) in both of safety design and emission level. According to UPTD PKB of Yogyakarta the average life of “bus kota” (Kopata, Kobutri Aspada, Puskopar, and Damri) is more than 15 years. Yet, its, not in accordance with the facts and leads to pollution. Those buses were still in used due to the limited fund for bus vehicle renewal.

*Environmental Influence* – Yearly, the number of motorised vehicles in Yogyakarta is increasing on average about 9,7% by the number of 1.053.482 units (925.445 motorcycles; 128.027 units private car) per October 2012(D.I Yogyakarta in Figure, 2013). The survey result also shows that more than 50% respondents by the age group of 16-30 years old are using the motorcycle for the daily modes of transport.



**Figure 2** Mode of transport based on age group

## Survey Results

In this paper, road users and stakeholders perception on the Five Pillars will be assessed as the reason of road safety problems as above.

### ***Pillar 1: Road safety management***

1. 45% respondents perceive that new technology innovation are still not involved on road safety programmes;
2. 52% respondents perceive that road user survey are still not periodically conducted;
3. 84% respondents perceive that bribery action of the officers in charge (police, PKB officers) is a common matter occurs within their experience.

### ***Pillar 2: Safer roads and mobility***

1. 55% respondents perceive that the forgiving road environment yet unavailable.

2. 61 respondents perceive that the current road condition still exists potholes, puddles, slippery, uneven patching, manhole covers, which affecting road safety.
3. 60% respondents perceive that the pedestrians facilities were still few in numbers.

**Pillar 3: Safer vehicles**

1. 42% respondents perceive that the law enforcement of vehicle’s equipment safety (rearview mirror, lamp, etc.) was not strictly conducted as their experience.
2. 85% respondents perceive that current public transport vehicles were not cautious enough as their experience.

**Pillar 4: Safer road users**

1. 36% respondents perceive that road safety education and campaign were not already held periodically through various media (banner, flyer, poster, internet, tv).
2. 48% respondents perceive that current road safety education and campaign are not strongly affecting the road user behaviour.
3. 54% respondents acquired their driver license through a formal procedure, while 46% respondents acquired their driver license through broker or “calo”.
4. 80% respondents admitted not having a driving certificate; only 20% respondents having a driving certificate.

**Pillar 5: Post-crash response**

1. 57% respondents perceive that the scheme on handling of post-crash emergencies such as an insurance claim is not clear

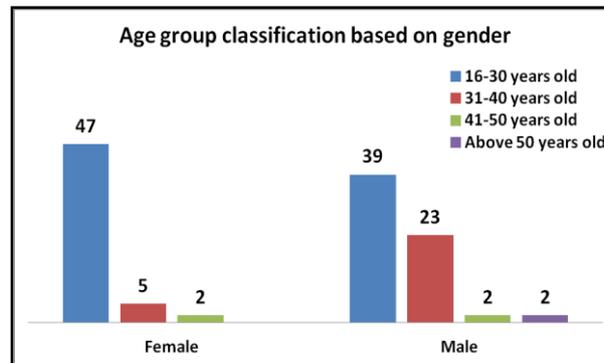
While for the Stakeholders perception are presented in Table 1.

**Table 1.** Stakeholders perception on road safety programs

Perception towards road safety programmes	
Pillar 1	New technology innovation still in the phase of the procurement phase. The road user survey will be conducted by a cooperation with several universities. To date, particular action plan was proposed in order to reduce bribery action.
Pillar 2	The Ministry of Public Works still in progress on road rehabilitation project to improve road condition. The Ministry of Transportation cooperate with Local Government were in progress to propose “Walkability city for Yogyakarta” plan.
Pillar 3	The Regional Police of Yogyakarta still proposes an effective strategy on that operation. The Ministry of Transportation cooperate with Local Government were in progress to propose an improvement on BRT system.
Pillar 4	The Regional Police of Yogyakarta was still in progress to conducted more often through various media. Since current road safety programmes still not synchronized into education curriculum started from elementary school level. The Regional Police of Yogyakarta was still in progress to eliminate that occurrence. The Regional Police of Yogyakarta was already put the requirement of driving certificate within driving license process.
Pillar 5	The Regional Police of Yogyakarta cooperates with PT Jasa Raharja already put the scheme at the hospital in Yogyakarta.

**Discussions**

Aside from “road safety triangle,” human factors; vehicles and safety devices; and environment (Elvik et al., 2009), surrounding factors also important for road safety, particularly demographics, economics, weather and climate. According to the survey respondents (120), the participants were asked to complete the demographic questions (e.g., gender, age group, and occupation) in an online questionnaire form.



**Figure 3** Age group classification

According the survey, the number of age group of 16-30 years old who acquired their driver license through broker is quite high are presented in Table 2.

**Table 2.** Driver License Process

Age Group	Via Broker
<b>16-30 years old</b>	<b>40</b>
31-40 years old	11
41-50 years old	-
Above 50 years old	1

Human factors and low of law enforcement are seen as legal view of responsibility within traffic accidents. These riders can be seen as a rider who has low perceived behavioural control towards subjective norms (police, another road user, family, friends) so as generate in such behaviour (not willing to use a helmet, or other safety devices) (Ajzen, 1991). By acquire the driver license from broker, the driving ability for a driver considered doubtful since it related with the cognitive skill in detecting hazard situation on the road. Moreover, the use of standard helmet, safety belt, vehicle testing, flat tire, broken braking system, vehicle testing, renewal and emission level permission needs to be improved based on current issues through new policy which more effective and efficient.

As the middle-income and developing countries, the rise of economic growth also increase traffic fatality rate. The more complex of traffic volume composition, the more increased the trend of road traffic fatality and casualty. These conditions are predicted will be increased each year and causing the more of congestion problems and road safety accidents which ended on the declining of the per capita income. Meanwhile, weather and climate also indirecting affecting the road performance and driver awareness. Traffic characteristic as environment factors affecting road safety are considered as road safety supporting

(Elvik *et al.*, 2009). Based on the empirical findings, most of road user perceive some action plan still not achieved. Their perception are reflected as the cause of road safety problem emergences, such as traffic offences.

*Road Safety Management* – Fund or budgeting on road safety were analysed as the reason of gap occurences within this pillar. The role of the Lead Agency is noteworthy and needs to be formed to improve the road safety management system.

*Safer Roads and Mobility* – More than 50% of respondents perceived that the current road condition is far away from those criteria. It occur due to the system contract of road rehabilitation sector project which conducted yearly through tender.

*Safer Vehicles* –Aside from the inhibiting factors of those institution (funds, organization structure, socialization and awareness level on vehicles test), its quality services also needs to be assessed such as human resources, equipment or infrastructure facilities, and management information systems (Elvik *et al.*, 2009).

*Safer Road Users* –According to the survey result, its indication that road safety education, campaign was not yet held periodically through various media and less effective due to knowledge and skills of road user that need to be improved and educated.

*Post-crash Management* – Since the scheme on handling of post-crash emergencies such as an insurance claim is not clear, the role of Local Government, Regional Police Authority, and Public Health institution should be carried out a post care diagnostic, promote vehicle insurance and set Road Accident Fund.

### The Role of Road Users on Sustainability

Road safety is for all of actors within a transportation network. Thus, road safety is all of actor’s responsibility (stakeholders, public, private, road user, and policy decision makers) which used to stabilise and reduce the number of road traffic accident (fatalities, minor and serious injuries). Road safety is produced, generated, created and delivered like other goods or services. Under an effective policy framework, road safety action plans be expected achievable even with a limited resource through value creation process and resource integration so as sustainable safety can be attained (Lusch *et al.*, 2010).

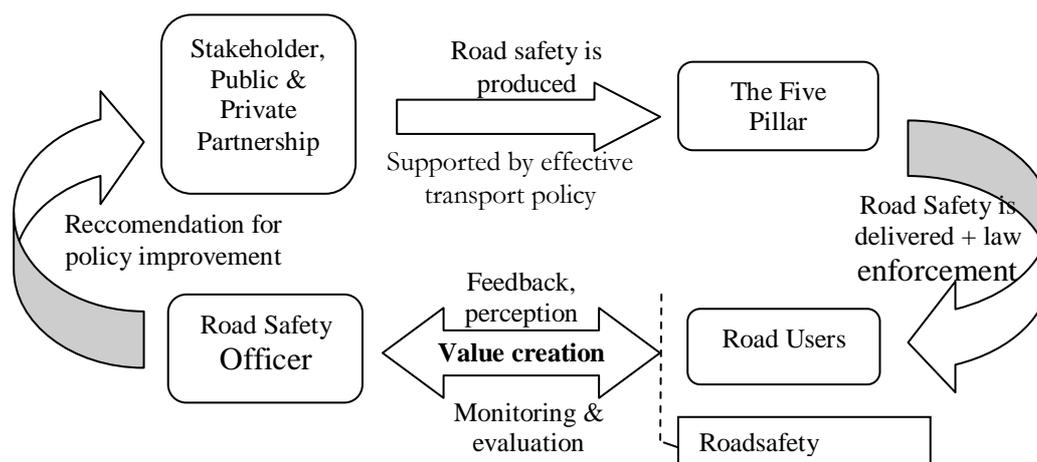


Figure 4 Road Safety Delivery Process

## CONCLUSIONS

Facing a serious road safety problem, the Local Government of Yogyakarta actively support the national programmes “*The Five Pillar*” to solve the common road safety problems such as low of safety devices, the taking over of the pedestrian's facilities and cyclist's lane, poor road condition and vehicle problems. The main cause of road safety problems are human behaviour, vehicle, environment, economic, demographic, and weather or climate. Yet there is existed a gap between road user and stakeholder perception which led to the emergence of road safety problems, such as human resource management which determined on road safety officer integrity, an absence of the Lead Agency in the province level, periodical survey of road user as targets, and the involvement of new modern technology). The following managerial implication are made to actualize the Walkable City of Yogyakarta: Improve coordination among stakeholders; public transport system; the public facilities, services, infrastructure; the transport information system; and the traffic law enforcement implementation.

## REFERENCES

- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Central Bureau of Statistics (BPS). 2013. *D.I. Yogyakarta in Figures 2013*. Yogyakarta: BPS Yogyakarta.
- Elkington, J. 1998. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business.
- Elvik, R, Høyed, A, Vaa, T, and Sørensen, M. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*, Second Edition. Emerald Group Publishing Limited..
- Enquist, B., Edvardsson, B., & Sebhatu, S. P. (2007). Values-based service quality for sustainable business. *Managing Service Quality*, 17(4), 385-403.
- Global Works. 2011. Final Report-Executive Summary: *Pre-Feasibility Study in Urban Transport Yogyakarta, Indonesia*..
- Haddon, W., 1980. The basic strategies for preventing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention* 16, 8–12.
- Lusch, R., Vargo, S. and Tanniru, M. (2010), “Service, value networks and learning”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 38, No 1, pp. 19-31.
- Methorst, R. 2005. Road Safety Perception in the policy process. Paper presented at the 18th ICTCT workshop, Helsinki, 27 and 28 October 2005.
- Rose, Richard (ed.), (1969) *Policy Making in Britain: A Reader in Government*, Macmillan and Co. Ltd.
- RUNK. 2011. *Membangun Masa Depan Keselamatan Lalu Lintas*.
- Sahabudin, Wartatmo, H., Kusचितawati, S. 2011. Pengendara sebagai Faktor Risiko Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas Sepeda Motor Tahun 2010. *Jurnal UGM: Vol 27* (2).
- Soehodho, S. 2007. Motorization in Indonesia and its impact to traffic accidents. *IATSS research*, 31(2).
- Sutomo, H. (2000). Cultural Lag in Safety in Indonesia: A Case in Yogyakarta. In *Transportation, Traffic Safety and Health—Human Behavior* (pp. 213-227). Springer Berlin Heidelberg.

- Transport and Housing Bureau (THB). 2013. Hong Kong Moving Ahead: A transport strategy for the future.
- Wang, C., Quddus, M. A., & Ison, S. G. (2013). The effect of traffic and road characteristics on road safety: A review and future research direction.
- Wegman, F., & Aarts, L. 2005. Advancing sustainable safety. *Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research*.
- WHO. 2013. *Global Status Report on Road Safety*. Supporting a Decade of Action (DoA).
- Wildervanck, C. 1988. Inleiding in de sociale verkeerskunde, Coutinho, Muiderberg.
- Yin, Robert K. 2003. *Case Study Research, Design and Methods, Third Edition*. Sage Publications, Inc. California.

# **PENENTUAN KRITERIA DAN SUB-KRITERIA PEMILIHAN PROYEK BERDASARKAN TAHAP PELAKSANAAN KERJASAMA PEMERINTAH DENGAN BADAN USAHA DI BIDANG PERKERETAAPIAN INDONESIA**

**Herman, Ir., MT.**  
Fakultas Teknik Sipil dan  
Perencanaan  
Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional  
Jl. PHH Mustapa No. 23  
Bandung  
[herman@itenas.ac.id](mailto:herman@itenas.ac.id)

**Prof. Wimpy Santosa, Ph.D.**  
Fakultas Teknik Sipil dan  
Perencanaan  
Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Parahyangan  
Jl. Ciumbeluit No. 94  
Bandung  
[wimpy.santosa@yahoo.com](mailto:wimpy.santosa@yahoo.com)

**Prof. Ade Sjafruddin, Ph.D**  
Fakultas Teknik Sipil dan  
Lingkungan  
Jurusan Teknik Sipil  
Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha No. 10  
Bandung  
[ades@si.itb.ac.id](mailto:ades@si.itb.ac.id)

## **Abstract**

Public Private Partnership for railway transportation had been arranged in The Law No. 23/2007. Selection of railway operations to be offered to the private sector through Public Private Partnership scheme takes a set of criteria so that the project could benefit the government and private parties. This implementation had been arranged in The State Ministry for Development Planning/Head of National Development Planning Agency No. 3/2012, the General Guide of Implementation of Government Cooperation with Enterprises in Infrastructure Provision. Of the partnership split up into Planning of Cooperation Project, Completion of Cooperation Project, Transaction of Cooperation Project and Implementation Management of Cooperation Agreement. This study aims to get the criteria of project selection in railway transportation for each level of the implementation of cooperation between public and private.

This research the collecting of data has been conducted by interview. The numbers of respondents who are interviewed are 13 respondents. Statistical analysis determination of group of criteria and sub-criteria to Must Criteria and Want Criteria used Sign Test. The conclusion of the study is Planning of Cooperation Project consists of 2 Must Criteria (4 sub-criteria) and 2 Want Criteria (6 sub-criteria), Completion of Cooperation Project consists of 5 Must Criteria (12 sub-criteria) and 2 Want Criteria (6 sub-criteria), and Transaction of Cooperation Project consists of 5 Want Criteria (13 sub-criteria) and 3 Want Criteria (9 sub-criteria).

**Kata kunci:** *public private partnership, railway, criteria, sign-test*

## **Abstrak**

Kerjasama Pemerintah dengan badan usaha dalam penyelenggaraan perkeretaapian telah diatur dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 2007. Pemilihan penyelenggaraan perkeretaapian yang akan ditawarkan ke pihak badan usaha melalui skim Kemitraan Pemerintah Swasta dibutuhkan seperangkat kriteria sehingga proyek tersebut bisa menguntungkan pihak pemerintah maupun pihak swasta. Pelaksanaan proyek kerjasama pemerintah dengan badan usaha diatur dalam Peraturan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional No. 3, tahun 2012, tentang Panduan Umum Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur. Pelaksanaan kerjasama tersebut terbagi menjadi Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama, Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama, Tahap Transaksi Proyek Kerjasama, dan Tahap Manajemen Pelaksanaan Perjanjian Kerjasama. Penelitian ini bertujuan mendapatkan kriteria pemilihan proyek bidang perkeretaapian umum untuk setiap tahap pada pelaksanaan kerjasama antara pemerintah dengan badan usaha.

Penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan wawancara. Jumlah responden yang sudah diwawancara adalah 13 responden. Analisis statistik penentuan kelompok kriteria dan sub-kriteria ke dalam Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan digunakan Uji Tanda. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama terdiri dari 2 Kriteria Utama (4 sub-kriteria) dan 2 Kriteria Tambahan (6 sub-kriteria), Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama terdiri dari 5 Kriteria Utama (12 sub-kriteria) dan 2 Kriteria Tambahan (6 sub-kriteria), dan Tahap Transaksi Proyek Kerjasama terdiri dari 5 Kriteria Utama (13 sub-kriteria) dan 3 Kriteria Tambahan (9 sub-kriteria).

**Kata kunci:** *kerjasama pemerintah dengan badan usaha, jalan rel, kriteria, uji tanda*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Peran swasta dalam penyelenggaraan perkeretaapian umum sebagai investor maupun operator dikuatkan dengan dibuatnya Undang-Undang No. 23 Tahun 2007. Pasal 23 dan 31 dari UU tersebut menyatakan bahwa penyelenggaraan prasarana dan sarana perkeretaapian umum dilakukan oleh badan usaha, baik secara sendiri-sendiri maupun melalui kerjasama. Pasal yang sama juga menyatakan jika tidak ada badan usaha yang menyelenggarakan maka Pemerintah dan Pemerintah Daerah yang menyelenggarakan. Hal ini mau menyatakan bahwa badan usaha tersebut bisa badan usaha milik negara/daerah atau pihak swasta.

Keberhasilan penyelenggaraan perkeretaapian umum dilaksanakan oleh badan usaha ditentukan oleh kriteria pada saat pemilihan proyek sehingga memberikan keuntungan baik bagi pihak pemerintah maupun badan usaha. Kriteria pemilihan proyek penyelenggaraan perkeretaapian umum dibagi berdasarkan tahap-tahap dalam pelaksanaan kerjasama antara pemerintah dengan badan usaha. Tahapan pelaksanaan kerjasama tersebut diatur dalam Peraturan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional No. 3 tahun 2012, tentang Panduan Umum Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur. Pelaksanaan kerjasama tersebut terbagi menjadi Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama, Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama, Tahap Transaksi Proyek Kerjasama, dan Tahap Manajemen Pelaksanaan Perjanjian Kerjasama.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan kriteria pemilihan proyek bidang perkeretaapian umum untuk setiap tahap pada pelaksanaan kerjasama antara pemerintah dengan badan usaha. Selain itu, kriteria pemilihan proyek juga dibagi menjadi dua kategori, yaitu Kriteria Utama (*Must Criteria*) dan Kriteria Tambahan (*Want Criteria*). Pengkategorian tersebut dikembangkan oleh Kepner dan Tregoe dalam pengambilan keputusan dengan multi-kriteria (Zhang, 2002).

### Ruang Lingkup Penelitian

Kriteria pemilihan proyek KPS dikembangkan dengan beberapa tahap, yaitu melakukan identifikasi kriteria, melakukan survei penetapan kriteria, melakukan kajian terhadap hasil survei yang kemudian dibagi berdasarkan tahap-tahap dalam pelaksanaan kerjasama antara pemerintah dengan badan usaha. Kriteria Utama adalah kriteria yang harus dipenuhi dalam pemilihan proyek KPS, sehingga kriteria ini bersifat nominal. Sedangkan Kriteria Tambahan adalah kriteria dengan sifat ordinal yang mendukung proses pemilihan proyek KPS untuk mendapatkan prioritas dari banyak proyek KPS.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Biaya Transportasi

Salah satu komponen yang penting pada transportasi yang berhubungan dengan ekonomi adalah biaya transportasi. Khususnya untuk pergerakan penumpang, biaya transportasi dapat dibagi menjadi biaya transportasi menggunakan kendaraan pribadi dan transportasi publik. Amerika Serikat, berdasarkan hasil survei oleh Departemen Tenaga Kerja, Biro Statistik Tenaga Kerja tahun 1997, konsumsi anggaran untuk transportasi antara (16 – 21)% (biaya transportasi publik (1 – 1,26)%) sesuai dengan tingkat pendapatan. Hasil survei dari National Centre for Transit Research tahun 2008 biaya transportasi 17,98% (biaya transportasi publik 1%) dan sebagai pembandingan di tahun yang sama di Inggris biaya transportasi sebesar 16,8% (biaya transportasi publik 2,7%). Hasil studi di Semarang dan Surabaya untuk konsumsi anggaran untuk transportasi berturut-turut 23% dan 10% (Herman, 2011). Selain itu, biaya transportasi publik di Dubai hanya 6% (Belwal, 2010), Singapore 65% (Ho, 2008) dan Hong Kong 78%.

### Kemitraan Pemerintah Swasta

Model Kemitraan Pemerintah-Swasta (KPS) modern awalnya berasal dari Amerika Serikat, yaitu kerjasama pendanaan antara sektor pemerintah dan swasta untuk program pendidikan, dan berkembang di tahun 1950 pendanaan untuk utilitas dan tahun 1960 untuk pembaharuan perkotaan. Perkembangan berikutnya KPS digunakan dalam sektor sukarela (nir-laba) seperti pendanaan pemerintah untuk penelitian dan pengembangan sektor swasta di bidang teknologi. Di dunia internasional, KPS digunakan berkenaan dengan kerjasama pemerintah, lembaga bantuan dan inisiatif swasta untuk memerangi penyakit seperti AIDS dan malaria, mengenalkan perbaikan metode pertanian, atau mempertimbangkan secara umum pengembangan ekonomi. Semuanya ini menggambarkan sebagai KPS ‘berdasarkan kebijakan’ atau ‘berdasarkan program’.

Menurut Publik Private Partnership, Kanada (PPP Council, 2005), Kemitraan Pemerintah Swasta (KPS) didefinisikan sebagai perjanjian kerjasama antara pemerintah dan pihak swasta, yang dibangun berdasarkan keahlian setiap pihak, untuk tujuan menyediakan kebutuhan-kebutuhan publik. Kemitraan tersebut ditandai dengan pembagian investasi, tanggung jawab risiko dan imbalan antara mitra. Sedangkan menurut Campanile (2007) dan NCPPP (1985), KPS adalah suatu perjanjian kontrak antara pemerintah dan pihak swasta. Melalui perjanjian ini, kemampuan dan modal dari setiap pihak (pemerintah dan swasta) dibagikan dalam penyediaan jasa atau fasilitas untuk pengguna masyarakat umum. Setiap pihak bersama-sama membagi potensi risiko dan imbalan dalam penyediaan jasa dan atau fasilitas. Australia menyebutkan KPS sebagai PFP (*Private Finance Project*) yang didefinisikan sebagai suatu bentuk yang sangat spesifik dari KPS yang meliputi penciptaan aset melalui pihak swasta pada sektor pendanaan, pemilikan dan pengendalian untuk suatu periode konsesi, biasanya jangka panjang (Ball, 2011). Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kemitraan pemerintah swasta adalah bentuk perjanjian kerja sama ketika pihak swasta menyediakan dana, kepemilikan aset dalam jangka waktu tertentu dan pengendalian aset tersebut, dan aset tersebut untuk pelayanan publik.

KPS memiliki beberapa kata kunci, yaitu sebuah kontrak jangka panjang antara pihak pemerintah dan pihak swasta; pendanaan dan operasi infrastruktur dilaksanakan oleh pihak

swasta; pihak swasta mempunyai hak pembayaran dari pengguna sampai masa berakhir kontrak KPS dalam pengoperasian fasilitas, pembayaran tersebut bisa diperoleh dari pihak pemerintah atau pihak masyarakat umum sebagai pengguna fasilitas; dan fasilitas akan berpindah kepemilikan dari pihak swasta ke pemerintah pada akhir Kontrak KPS.

KPS meliputi suatu kontrak antara pihak pemerintah (sebagai pemegang otoritas pelayanan masyarakat) dan pihak swasta, yang mana pihak swasta menyediakan pelayanan atau proyek kemasyarakatan dan menanggung risiko keuangan, teknis dan operasional dalam proyek. Dalam beberapa jenis KPS, biaya penggunaan pelayanan ditanggung hanya oleh pengguna pelayanan dan tidak oleh pembayar pajak. Pada jenis lain (khususnya *private finance initiative*), modal investasi ditanggung oleh pihak swasta berdasarkan kontrak dengan pemerintah dan biaya pelayanan ditanggung seluruhnya atau sebagian oleh pemerintah.

### **Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan**

Permasalahan awal dari proyek yang akan melibatkan pihak swasta adalah pemilihan proyek yang bisa masuk dalam golongan proyek KPS. Pada kenyataannya beberapa proyek KPS yang telah diprogramkan tidak dapat berjalan dengan baik terutama pada proyek infrastruktur publik. Pertanyaannya adalah bagaimana suatu proyek dilakukan evaluasi atau penilaian sehingga bisa masuk ke dalam proyek KPS. Menurut Peraturan Menteri Koordinasi Bidang Perekonomian No. 3, tahun 2006 kriteria evaluasi pemilihan proyek sebagai berikut kesiapan aspek hukum, kesesuaian dengan rencana pembangunan jangka menengah nasional, kesesuaian dengan rencana strategis sektor, kompetitif, ketersediaan lahan, kesiapan konsep proyek, kesesuaian dengan rencana tata ruang wilayah, kesiapan pengendalian dampak lingkungan, kejelasan bentuk kerja sama, kelengkapan dokumen lelang, kemanfaatan dan kelayakan biaya ekonomi dan sosial, kejelasan penanggulangan risiko, dan tingkat kelayakan proyek. Peraturan ini perlu dikritisi karena kriteria yang terdapat dalam peraturan ini tidak jelas dalam pelaksanaan evaluasi pemilihan proyek. Peraturan ini juga tidak menjelaskan apakah suatu proyek harus memenuhi seluruh kriteria yang ada atau perlu dilakukan pembobotan atau tingkat kepentingannya satu terhadap lainnya. Ketidakjelasan dalam evaluasi menggunakan kriteria dari peraturan ini perlu dilakukan suatu perbaikan dalam mekanismenya.

Salah satu cara untuk mengevaluasi atau menilainya adalah dengan mengembangkan kriteria-kriteria penilaian, antara lain Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan. Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan adalah suatu teknik analisis keputusan yang dikembangkan oleh Kepner dan Tregoe. Penilaian Kriteria Utama memiliki tujuan untuk menentukan pilihan proyek mana yang dapat diteruskan prosesnya untuk tahapan berikutnya. Proyek yang masuk ke tahap berikutnya adalah proyek yang memenuhi semua Kriteria Utama yang ada. Jika ada satu kriteria yang tidak memenuhi dari seperangkat Kriteria Utama, maka proyek tersebut tidak perlu dipertimbangkan lagi. Pemilihan proyek hanya dengan penilaian 'ya atau tidak' terhadap setiap kriteria. Penilaian Kriteria Tambahan memiliki tujuan untuk mengevaluasi kinerja usulan proyek KPS. Pada penilaian ini bisa saja suatu proyek tidak memenuhi satupun kriteria yang ada, tetapi semakin banyak kriteria yang terpenuhi akan mengakibatkan proyek tersebut semakin tinggi tingkat ketertarikan dari pihak swasta.

Pada tahap pengambilan keputusan, teknik ini meliputi merumuskan pernyataan keputusan, mengidentifikasi dan memberi bobot tujuan keputusan (dalam bentuk Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan), membentuk alternatif, mengevaluasi alternatif dengan Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan, dan menseleksi alternatif yang paling tepat. Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan membantu mengidentifikasi persyaratan spesifik dari keputusan. Setiap Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan bisa juga diturunkan menjadi subkriteria. (Zhang, 2002).

Pengelompokan kriteria dan sub kriteria menurut Herman (2013), Kriteria Utama sebagai berikut: Peraturan dan Hukum (Kesiapan aspek hukum, Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah, Kesesuaian dengan pembangunan nasional, Kesesuaian dengan strategi sektoral, Kelengkapan dokumen tender dan petunjuk tender), Lingkungan (Kesiapan analisis dampak lingkungan termasuk pengendalian dampak lingkungan dan pemantauan dampak lingkungan), Kerja Sama (Kejelasan bentuk kerjasama, Kejelasan Jaminan Pemerintah, Usulan tender harus mengandung mekanisme penyesuaian tarif, Usulan stabilitas tarif, Kesiapan studi *willingness to pay* (WTP) dan *ability to pay* (ATP) pengguna fasilitas), Studi Kelayakan (Kelayakan teknis, Kelayakan tingkat EIRR (*Economic Internal Rate of Return*) memenuhi nilai minimum, Kelayakan tingkat FIRR (*Financial Internal Rate of Return*) memenuhi nilai minimum, Kelayakan tingkat ROE (*Return of Equity*) memenuhi nilai minimum), Lingkup Proyek (Ketersediaan lahan, Kejelasan lokasi proyek, Kejelasan spesifikasi proyek, Kejelasan masa konsesi), Finansial (Pihak swasta harus menunjukkan bahwa mereka mempunyai dukungan keuangan yang kuat dan mampu menanggung risiko keuangan dalam biaya konstruksi dan operasi dan penerimaan sampai akhir periode konsesi, Pihak swasta yang diusulkan harus membuktikan kapasitas keuangan), Kesiapan Proyek KPS Dilelangkan (Kesiapan tim pengadaan KPS, Kesiapan skedul pengadaan), Pengelolaan Risiko yang Memadai (Identifikasi risiko yang komprehensif, Kejelasan alokasi risiko dan optimal, Kuantifikasi risiko yang memadai), Kebersinambungan Sektoral (Dukungan politis yang kuat atas terselenggaranya proyek KPS), Penerimaan Publik (Indikator kinerja dari proyek yang akan di-KPS-kan jelas), dan Kinerja Pihak Swasta (Pengalaman dan kepakaran pihak swasta pada proyek serupa, Kemampuan pihak swasta pada metoda konstruksi).

Kriteria Tambahan sebagai berikut: Lingkungan (Kesiapan pihak swasta untuk perbaikan dampak lingkungan (udara, kebisingan, kualitas air, dan visual) yang diakibatkan oleh proyek), Tenaga Kerja (Penggunaan tenaga kerja harus berasal dari tenaga lokal kecuali kondisi khusus, Kerjasama pihak swasta asing yang diusulkan dengan perusahaan dalam negeri), Finansial (Keuangan yang diusulkan harus tanpa dukungan pemerintah, Keuangan yang diusulkan dengan dukungan pemerintah), Partisipasi Sektor Swasta (Ada transfer pengetahuan, kemampuan, dan pengelolaan, Ada keuntungan kompetisi terutama aspek kemampuan dan pengelolaan), Pengelolaan Risiko yang Memadai (Struktur usulan paket keuangan meliputi tingkat hutang dan modal, rencana perlindungan untuk beberapa risiko suku bunga dan/atau mata uang, dan tingkat dukungan pemegang saham, Bentuk dan perhitungan kompensasi yang jelas bagi para pihak akibat wanprestasi atau akibat pihak lainnya atau *force majeure*), Kebersinambungan Sektoral (Potensi terjadinya monopoli secara alamiah, Kaitan antarmoda transportasi yang mendukung jaringan sistem transportasi), Penerimaan Publik (Adanya sosialisasi ke masyarakat atau *public consultancy*, Keuntungan bagi pemerintah dan masyarakat, Pengembalian keuangan ke pemerintah dan keuntungan ke masyarakat), dan Kinerja Pihak Swasta (Kemampuan

pemecahan teknis untuk implementasi proyek, Usulan persyaratan pengoperasian, pemeliharaan dan pemeriksaan fasilitas).

## **DATA DAN ANALISIS**

### **Kegiatan Survei**

Survei dilakukan 2 tahap dengan melakukan wawancara yang dilengkapi dengan kuisioner. Tahap pertama yaitu survei tentang pengelompokan kriteria, dimana ada 2 kelompok kriteria yaitu Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan. Kriteria Utama adalah kriteria yang harus dipenuhi dalam penilaian evaluasi suatu proyek untuk dilanjutkan sebagai proyek yang akan ditawarkan ke pihak swasta untuk skim Kemitraan Pemerintah Swasta (KPS). Kriteria Tambahan adalah kriteria yang digunakan untuk menilai proyek yang telah memenuhi Kriteria Utama. Semakin banyak kriteria yang terpenuhi semakin tinggi peringkat proyek tersebut terhadap proyek KPS lainnya. Hasil survei dilakukan pengelompokan juga yang didasarkan pada tahap pelaksanaan proyek kerjasama, yaitu Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama, Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama, dan Tahap Transaksi Proyek Kerjasama.

Tahap kedua yaitu survei lanjutan dari survei awal dimana kuisioner dibuat berdasarkan hasil survei pertama. Hasil survei awal adalah kriteria yang masuk dalam Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan. Kuisioner dibuat menjadi dua kelompok tersebut.

### **Penyajian Data dan Analisis Statistik**

Survei wawancara dilakukan dalam waktu 3 bulan (Mei – Juli 2013) dengan cara langsung tatap muka atau menggunakan media komunikasi lainnya. Responden diminta untuk mengisi kuisioner dengan cara memberikan tanda persetujuan bahwa satu kriteria termasuk Kriteria Utama atau Kriteria Tambahan atau tidak setuju bahwa kriteria tersebut masuk ke dalam kedua kelompok tersebut.

Analisis pengelompokan Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan dilakukan dengan Uji Tanda. Pengujian statistik dengan Uji Tanda dengan tingkat kesalahan sebesar 5%. Analisis statistik kelompok kriteria secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

### **Pengelompokan Kriteria**

Pembahasan selanjutnya dari pengelompokan kriteria dan sub-kriteria ke dalam Kriteria Utama dan Kriteria Tambahan adalah menganalisis setiap kriteria dan sub-kriteria ke dalam tahap-tahap Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha. Tahapan Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha terdiri dari 3 tahap, yaitu Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama, Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama, dan Tahap Transaksi Proyek Kerjasama. Hasil analisis tersebut dapat dilihat secara rinci pada Tabel 2.

**Tabel 1** Analisis Statistik Kelompok Kriteria

Kriteria Sub-Kriteria	Seluruh Responden			H <sub>0</sub> : p = 0,5 H <sub>1</sub> : p > 0,5		Hasil Uji Statistik	Studi Pustaka	Kesimpulan
	KU	KT	TT	Z <sub>0,05</sub>	Z			
<b>Kriteria Peraturan dan Hukum</b>								
Kesiapan aspek hukum	12	0	1	1,64	3,46	KU	KU	KU
Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah	10	3	0	1,64	1,94	KU	KU	KU
Kesesuaian dengan pembangunan nasional	8	4	1	1,64	1,15	KU, KT	KU	KU
Kesesuaian dengan strategi sektoral	7	5	1	1,64	0,58	KU, KT	KU	KU
Kelengkapan dokumen tender dan petunjuk tender	7	5	1	1,64	0,58	KU, KT	KU	KU
<b>Kriteria Lingkungan</b>								
Kesiapan analisis dampak lingkungan termasuk pengendalian dampak lingkungan dan pemantauan dampak lingkungan	10	2	1	1,64	2,31	KU	KU	KU
Kesiapan pihak swasta untuk perbaikan dampak lingkungan (udara, kebisingan, kualitas air, dan visual) yang diakibatkan oleh proyek	5	6	2	-1,64	-0,30	KU, KT	KU	KU
<b>Kriteria Kerjasama</b>								
Kejelasan bentuk kerjasama	13	0	0	1,64	3,61	KU	KU	KU
Kejelasan Jaminan Pemerintah	13	0	0	1,64	3,61	KU	KU	KU
Usulan tender harus mengandung mekanisme penyesuaian tarif	7	6	0	1,64	0,28	KU, KT	KU	KU
Usulan stabilitas tarif	7	4	2	1,64	0,90	KU, KT	KU	KU
Kesiapan studi <i>willingness to pay</i> (WTP) dan <i>ability to pay</i> (ATP) pengguna fasilitas	9	3	1	1,64	1,73	KU	KU	KU
<b>Kriteria Studi Kelayakan</b>								
Kelayakan teknis	13	0	0	1,64	3,61	KU	KU	KU
Kelayakan tingkat EIRR ( <i>Economic Internal Rate of Return</i> ) memenuhi nilai minimum	8	3	2	1,64	1,51	KU, KT	KU	KU
Kelayakan tingkat FIRR ( <i>Financial Internal Rate of Return</i> ) memenuhi nilai minimum	9	2	2	1,64	2,11	KU	KU	KU
Kelayakan tingkat ROE ( <i>Return of Equity</i> ) memenuhi nilai minimum	6	5	2	1,64	0,30	KU, KT	KU	KU
<b>Kriteria Lingkup Proyek</b>								
Ketersediaan lahan.	11	2	0	1,64	2,50	KU	KU	KU
Kejelasan lokasi proyek.	11	2	0	1,64	2,50	KU	KU	KU
Kejelasan spesifikasi proyek	9	3	1	1,64	1,73	KU	KU	KU
Kejelasan masa konsesi	11	1	1	1,64	2,89	KU	KU	KU
<b>Kriteria Tenaga Kerja</b>								
Penggunaan tenaga kerja harus berasal dari tenaga lokal kecuali kondisi khusus	1	10	2	-1,64	-2,71	KT	KU	KT
Kerjasama pihak swasta asing yang diusulkan dengan perusahaan dalam negeri	1	7	5	-1,64	-2,12	KT	KU	KT
<b>Kriteria Finansial</b>								
Pihak swasta harus menunjukkan bahwa mereka mempunyai dukungan keuangan yang kuat dan mampu menanggung risiko keuangan dalam biaya konstruksi dan operasi dan penerimaan sampai akhir periode konsesi	8	2	2	1,64	1,90	KU	KU	KU
Keuangan yang diusulkan harus tanpa dukungan pemerintah	1	7	5	-1,64	-2,12	KT	KU	KU
Pihak swasta yang diusulkan harus membuktikan kapasitas keuangan	8	3	2	1,64	1,51	KU, KT	KU	KU
Tingkat daya pikat paket keuangan	4	4	5	1,64	0,00	KU, KT	KU	KU
Usulan badan hukum dan struktur keuangan dari pemegang konsesi	5	6	2	-1,64	-0,30	KU, KT	KU	KU
<b>Kriteria Partisipasi Sektor Swasta</b>								
Ada transfer pengetahuan, kemampuan, dan pengelolaan	2	9	2	-1,64	-2,11	KT	KT	KT
Ada keuntungan kompetisi terutama aspek kemampuan dan pengelolaan	6	5	2	1,64	0,30	KU, KT	KT	KT
<b>Kriteria Kesiapan Proyek KPS Dilelangkan</b>								
Kesiapan tim pengadaan KPS	8	5	0	1,64	0,83	KU, KT	KT	KU
Kesiapan skedul pengadaan	8	4	1	1,64	1,15	KU, KT	KT	KU
<b>Kriteria Pengelolaan Risiko yang Memadai</b>								
Identifikasi risiko yang komprehensif	11	1	1	1,64	2,89	KU	KT	KU

Kriteria Sub-Kriteria	Seluruh Responden			H <sub>0</sub> : p = 0,5 H <sub>1</sub> : p > 0,5		Hasil Uji Statistik	Studi Pustaka	Kesimpulan
	KU	KT	TT	Z <sub>0,05</sub>	Z			
Kejelasan alokasi risiko dan optimal	12	1	0	1,64	3,05	KU	KT	KU
Kuantifikasi risiko yang memadai	7	5	1	1,64	0,58	KU, KT	KT	KT
Struktur usulan paket keuangan meliputi tingkat hutang dan modal, rencana perlindungan untuk beberapa risiko suku bunga dan/atau mata uang, dan tingkat dukungan pemegang saham	5	6	2	-1,64	-0,30	KU, KT	KT	KT
Bentuk dan perhitungan kompensasi yang jelas bagi para pihak akibat wanprestasi atau akibat pihak lainnya atau <i>force majeure</i>	7	5	1	1,64	0,58	KU, KT	KT	KT
<b>Kriteria Kebersinambungan Sektoral</b>								
Dukungan politis yang kuat atas terselenggaranya proyek KPS	7	5	1	1,64	0,58	KU, KT	KT	KT
Potensi terjadinya monopoli secara alamiah	2	6	5	-1,64	-1,41	KU, KT	KT	KT
Kaitan antarmoda transportasi yang mendukung jaringan sistem transportasi	4	9	0	-1,64	-1,39	KU, KT	KT	KT
<b>Kriteria Penerimaan Publik</b>								
Adanya sosialisasi ke masyarakat atau <i>public consultancy</i>	4	9	0	-1,64	-1,39	KU, KT	KT	KT
Kejelasan indikator kinerja dari proyek yang akan di-KPS-kan	7	5	0	1,64	0,58	KU, KT	KT	KT
Keuntungan bagi pemerintah dan masyarakat	6	6	1	1,64	0,00	KU, KT	KT	KT
Pengembalian keuangan ke pemerintah dan keuntungan ke masyarakat	2	8	3	-1,64	-1,90	KT	KT	KT
<b>Kriteria Kinerja Pihak Swasta</b>								
Pengalaman dan kepakaran pihak swasta pada proyek serupa	6	5	2	1,64	0,30	KU, KT	KT	KT
Kemampuan pihak swasta dalam rancangan rekayasa dan pertimbangan lingkungan	3	7	3	-1,64	-1,26	KU, KT	KT	KT
Kemampuan pihak swasta pada metoda konstruksi	4	6	3	-1,64	-0,63	KU, KT	KT	KT
Ketahanan usulan program kerja dalam pemenuhan target waktu penyelesaian pemerintah	5	5	3	1,64	0,00	KU, KT	KT	KT
Kemampuan pemecahan teknis untuk implementasi proyek	2	8	3	-1,64	-1,90	KT	KT	KT
Usulan persyaratan pengoperasian, pemeliharaan dan pemeriksaan fasilitas	2	8	3	-1,64	-1,90	KT	KT	KT

Catatan:

KU : Kriteria Utama

KT : Kriteria Tambahan

TT : Tidak Terpilih

**Tabel 2** Analisis Pengelompokan Kriteria Berdasarkan Tahapan Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha

KRITERIA UTAMA	KRITERIA TAMBAHAN
<b>TAHAP PERENCANAAN PROYEK KERJASAMA</b>	
Peraturan dan Hukum	Partisipasi Sektor Swasta
Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah	Ada transfer pengetahuan, kemampuan, dan pengelolaan
Kesesuaian dengan pembangunan nasional	Ada keuntungan kompetisi terutama aspek kemampuan dan pengelolaan
Kesesuaian dengan strategi sektoral	Pengelolaan risiko yang memadai
Kerja Sama	Kebersinambungan Sektoral
Kejelasan jaminan pemerintah	Dukungan politis yang kuat atas terselenggaranya proyek KPS
	Potensi terjadinya monopoli secara alamiah
	Kaitan antarmoda transportasi yang mendukung jaringan sistem transportasi

KRITERIA UTAMA	KRITERIA TAMBAHAN
TAHAP PENYIAPAN PROYEK KERJASAMA	
Peraturan dan Hukum	Pengelolaan Risiko yang Memadai
Kesiapan aspek hukum	Kuantifikasi risiko yang memadai
Kerja Sama	Struktur usulan paket keuangan meliputi tingkat hutang dan modal, rencana perlindungan untuk beberapa risiko suku bunga dan/atau mata uang, dan tingkat dukungan pemegang saham
Kejelasan bentuk kerjasama	Bentuk dan perhitungan kompensasi yang jelas bagi para pihak akibat wanprestasi atau akibat pihak lainnya atau <i>force majeure</i>
Studi Kelayakan	
Kelayakan teknis	
Kelayakan tingkat EIRR ( <i>Economic Internal Rate of Return</i> ) memenuhi nilai minimum	
Kelayakan tingkat FIRR ( <i>Financial Internal Rate of Return</i> ) memenuhi nilai minimum	
Kelayakan tingkat ROE ( <i>Return of Equity</i> ) memenuhi nilai minimum	
Lingkup Proyek	Penerimaan Publik
Ketersediaan lahan	Adanya sosialisasi ke masyarakat atau <i>public consultancy</i>
Kejelasan lokasi proyek	Keuntungan bagi pemerintah dan masyarakat
Kejelasan spesifikasi proyek	Pengembalian keuangan ke pemerintah dan keuntungan ke masyarakat
Kejelasan masa konsesi	
Pengelolaan Risiko yang Memadai	
Identifikasi risiko yang komprehensif	
Kejelasan alokasi risiko dan optimal	
TAHAP TRANSAKSI PROYEK KERJASAMA	
Peraturan dan Hukum	Tenaga Kerja
Kelengkapan dokumen tender dan petunjuk tender	Penggunaan tenaga kerja harus berasal dari tenaga lokal kecuali kondisi khusus
Kesiapan Proyek KPS Dilelangkan	Kerjasama pihak swasta asing yang diusulkan dengan perusahaan dalam negeri
Kesiapan tim pengadaan KPS	
Kesiapan skedul pengadaan	
Lingkungan	Penerimaan Publik
Kesiapan analisis dampak lingkungan termasuk pengendalian dampak lingkungan dan pemantauan dampak lingkungan	Indikator kinerja dari proyek yang akan di-KPS-kan jelas
Kesiapan pihak swasta untuk perbaikan dampak lingkungan (udara, kebisingan, kualitas air, dan visual) yang diakibatkan oleh proyek	Kinerja Pihak Swasta
	Pengalaman dan kepakaran pihak swasta pada proyek serupa
	Kemampuan pihak swasta dalam rancangan rekayasa dan pertimbangan lingkungan
Kerja Sama	
Usulan tender harus mengandung mekanisme penyesuaian tarif	Kemampuan pihak swasta pada metoda konstruksi
Usulan stabilitas tarif	Ketahanan usulan program kerja dalam pemenuhan target waktu penyelesaian pemerintah
Kesiapan studi <i>willingness to pay</i> (WTP) dan <i>ability to pay</i> (ATP) pengguna fasilitas	Kemampuan pemecahan teknis untuk
Finansial	

KRITERIA UTAMA	KRITERIA TAMBAHAN
Pihak swasta harus menunjukkan bahwa mereka mempunyai dukungan keuangan yang kuat dan mampu menanggung risiko keuangan dalam biaya konstruksi dan operasi dan penerimaan sampai akhir periode konsesi	implementasi proyek
Keuangan yang diusulkan harus tanpa dukungan pemerintah	Usulan persyaratan pengoperasian, pemeliharaan dan pemeriksaan fasilitas
Pihak swasta yang diusulkan harus membuktikan kapasitas keuangan	
Tingkat daya pikat paket keuangan	
Usulan badan hukum dan struktur keuangan dari pemegang konsesi	

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian pemilihan kriteria pemilihan proyek berdasarkan tahap pelaksanaan kerjasama pemerintah dengan badan usaha sebagai berikut: Tahap Perencanaan Proyek Kerjasama terdiri dari 2 Kriteria Utama (4 sub-kriteria) dan 2 Kriteria Tambahan (6 sub-kriteria), Tahap Penyiapan Proyek Kerjasama terdiri dari 5 Kriteria Utama (12 sub-kriteria) dan 2 Kriteria Tambahan (6 sub-kriteria), dan Tahap Transaksi Proyek Kerjasama terdiri dari 5 Kriteria Utama (13 sub-kriteria) dan 3 Kriteria Tambahan (9 sub-kriteria).

### Saran

Saran dari penelitian ini adalah pada Kriteria Tambahan perlu diberikan bobot antar kriteria dalam setiap tahap pelaksanaan kerjasama pemerintah dengan swasta. Hal ini dikarenakan bahwa setiap kriteria dan sub-kriteria mempunyai tingkat pentingnya terhadap pelaksanaan kerjasama berbeda. Beberapa penelitian yang telah membagi kriteria dengan Kriteria Utama (*Must Criteria*) dan Kriteria Tambahan (*Want Criteria*) belum memberikan bobot juga untuk setiap kriteria dan sub-kriteria.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ball, R. 2011. *Provision of Publik Service Infrastructure – the Use of PPPs in the UK and Australia*. International Journal of Public Sector Management Vol. 24 No. 1, hal. 5-22.
- Belwal, R., Belwal, S. 2010. *Public Transportation Services in Oman: A Study of Public Perceptions*. Journal of Public Transportation, Volume 13 No. 4, hal. 1-21.
- Campanile, G. 2007. *Publik-Private Partnerships for Spatial Data Infrastructures in the context of E-Government*. Eurogi EU Industri Day. Roma.

- Herman. 2011. *Pengembangan Indikator Partisipasi Masyarakat Dalam Sistem Transportasi Berkelanjutan*. Jurnal Transportasi Volume 11 No. 1, hal. 1-12.
- Herman. 2013. *Penentuan Kriteria Pemilihan Proyek Kemitraan Pemerintah Swasta Di Bidang Perkeretaapian Indonesia*. Prosiding FSTPT XVI. Surakarta.
- Ho, C.N. 2008. *Singapore's Public and Private Transport Modes : an Economic Comparison and Policy Implications*. Massachusetts Institute of Technology.
- NCPPP. 1985. *How PPPs Work*. <http://www.ncppp.org/howpart/index.shtml#define>. Diakses pada tanggal 16 November 2010.
- National Centre of Transit Research. 2008. *Exploration of a Shift in Household Transportation Spending from Vehicles to Public Transportation*. University of South Florida.
- Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Menteri Koordinator Bidang Perekonomian No. 3, tahun 2006, tentang Tata Cara dan Kriteria Penyusunan Daftar Prioritas Proyek Infrastruktur Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional No. 3, tahun 2012, tentang Panduan Umum Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. Undang-Undang No. 23, tahun 2007. tentang Perkeretaapian. Jakarta.
- PPP Council. 2005. *Definition*. <http://www.pppcouncil.ca/resources/about-ppp/definitions.html>. Diakses 16 November 2010.
- Zhang, X. Q., Kumaraswamy, M. M., Zheng, W., Palaneeswaran, E. 2002. *Concessionaire Selection for Build-Operate-Transfer Tunnel Projects in Hong Kong*. Journal of Construction Engineering and Management March/April, hal. 155-163.

## PENGEMBANGAN TRANSPORTASI LAUT DALAM Mendukung KEBIJAKAN PENGENTASAN KEMISKINAN DI KAWASAN TIMUR INDONESIA

**Dwi Ardianta Kurniawan**

Researcher at Centre of Transportation and Logistics Studies (Pustral), UGM

Jl. Kemuning M-3, Sekip

Yogyakarta, 55281

Telp: (0274) 556928

[dwiardianta@yahoo.com](mailto:dwiardianta@yahoo.com)

### Abstract

The role of sea transport is still quite small in supporting the economic activities, which consequently gives a relatively small contribution to poverty reduction. From the network side, sea transport reaches most cities and towns in Indonesia. However, the quality of service both in port and during the trip still needs to be improved. Most of the poor live in the Eastern part of Indonesia that has the characteristics of archipelago, so the sea transportation has a great chance to participate in poverty alleviation programs in this area. Government, through the Master Plan for the Acceleration and Expansion of Indonesian Poverty Reduction (MP3KI), has provided great opportunities for the development of infrastructure as one of the assets that should be developed in the reduction of poverty.

Through the SWOT analysis (Strength, Weaknesses, Opportunities, and Threats), several strategies can take are:

- a. Keep in sea transport development strategy of optimizing both intermodal and multimodal scheme so as to play a major role in poverty alleviation in Indonesia,
- b. There needs to be policies that favor (affirmative policy) to the marine transport modes, so that may play a role in poverty alleviation, especially in eastern Indonesia.

**Keywords:** *sea transportation, MP3KI, Eastern Indonesia, poverty, affirmative policy*

### Abstrak

Peran transportasi laut masih cukup kecil dalam menunjang aktifitas ekonomi masyarakat, yang konsekuensinya memberi sumbangan yang relatif kecil terhadap pengurangan kemiskinan. Dari sisi jaringannya, transportasi laut menjangkau sebagian besar kota-kota di Indonesia. Namun demikian, kualitas layanan baik di pelabuhan maupun selama perjalanan masih perlu ditingkatkan. Sebagian besar masyarakat miskin berada di Indonesia Bagian Timur yang memiliki karakteristik kepulauan, sehingga moda transportasi laut memiliki peluang besar untuk berpartisipasi dalam program pengentasan kemiskinan pada wilayah kepulauan tersebut. Pemerintah melalui Masterplan Percepatan dan Perluasan Pengurangan Kemiskinan Indonesia (MP3KI), telah memberikan peluang besar bagi pengembangan infrastruktur sebagai salah satu asset yang harus dikembangkan dalam pengurangan kemiskinan.

Melalui analisis SWOT (*Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats*), beberapa langkah yang dapat dilakukan adalah:

- a. Perlu strategi optimalisasi pengembangan transportasi laut baik dengan skema intermoda maupun multimoda sehingga mampu berperan besar dalam pengentasan kemiskinan di Indonesia,
- b. Perlu adanya kebijakan yang berpihak (*affirmative policy*) kepada moda angkutan laut, sehingga dapat berperan dalam pengentasan kemiskinan terutama di wilayah Timur Indonesia yang tertinggal dan dominan berupa wilayah kepulauan.

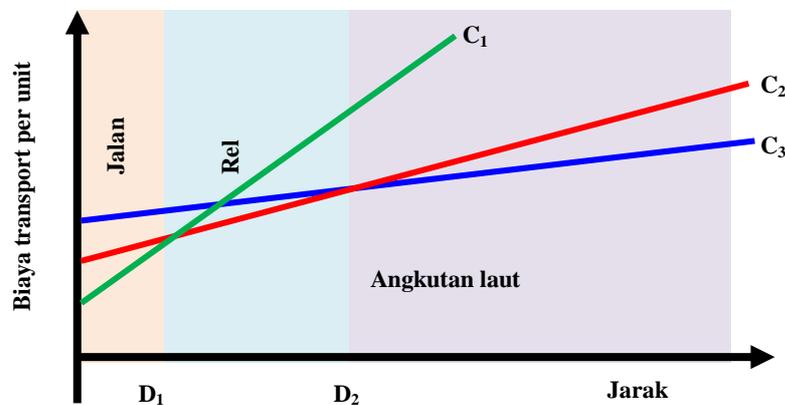
**Kata Kunci:** *transportasi laut, MP3KI, Indonesia Bagian Timur, kemiskinan, affirmative policy*

## INTRODUCTION

Indonesia merupakan negara kepulauan, dengan 13.466 pulau di seluruh wilayah (Kemenko Kesra, 2013), dengan luas daratan 1.910.000 km<sup>2</sup> dan luas lautan 6.279.000 km<sup>2</sup>. Dengan kondisi tersebut, transportasi air seharusnya merupakan moda terpenting untuk menghubungkan antar wilayah di Indonesia. Namun dalam kenyataannya, moda

transportasi air, yang mencakup angkutan laut dan sungai danau dan penyeberangan (ASDP) relatif masih memiliki peran yang kecil dibandingkan moda transportasi lainnya.

Secara ideal, seharusnya terdapat pembagian moda transportasi berdasarkan karakteristik keunggulan komparatif dan kompetitif masing-masing moda. Berdasarkan literatur, masing-masing moda dapat saling berkompetisi atau melengkapi dalam aspek biaya, kecepatan, keterjangkauan, frekuensi, keselamatan, kenyamanan dan sebagainya (Rodrigue, dkk, 2006). Masing-masing moda memiliki fungsi biaya yang berbeda-beda. Moda jalan memiliki fungsi biaya yang terkecil pada jarak pendek, dengan kenaikan yang lebih tinggi dibanding fungsi biaya jalan rel dan transportasi laut. Pada jarak D1, lebih menguntungkan menggunakan jalan rel dibandingkan jalan raya, sementara pada jarak D2, lebih menguntungkan menggunakan transportasi laut. Titik D1 biasanya berjarak antara 500 – 750 km, sementara titik D2 berada pada jarak sekitar 1500 km, sebagaimana disajikan dalam gambar berikut:



Sumber: Rodrigue, dkk, 2006

**Gambar 1** Pilihan Moda Transportasi yang Paling Efisien Berdasar Jarak Perjalanan

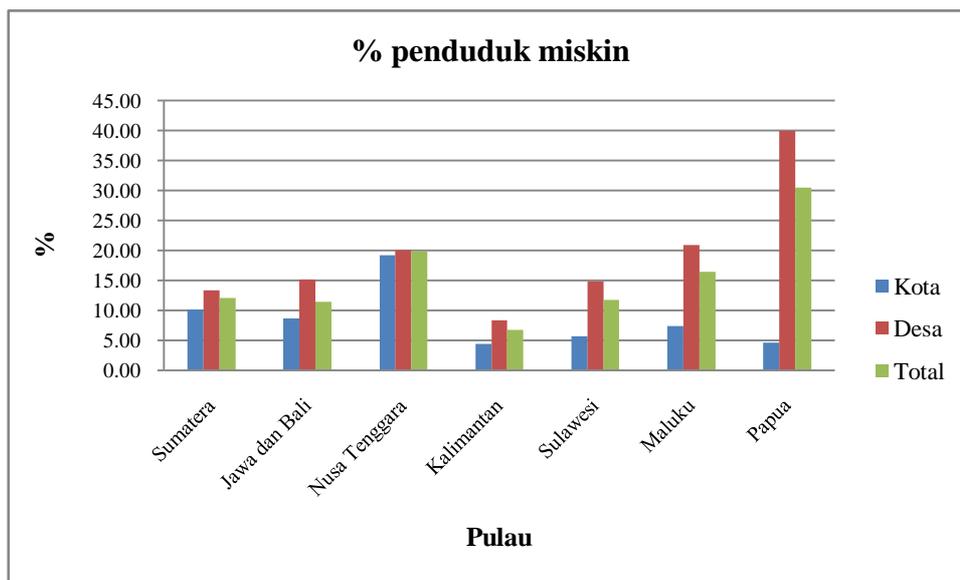
Gambaran tersebut menunjukkan bahwa transportasi laut memiliki keunggulan komparatif dibandingkan moda transportasi yang lain, yaitu biaya per unit yang rendah, yang memungkinkan efisiensi tinggi pada angkutan jarak jauh bervolume besar. Keunggulan tersebut sesuai untuk menangani kebutuhan transportasi wilayah Indonesia, khususnya untuk barang-barang curah (*bulkier shipment*) sebagaimana juga disampaikan oleh Rodrigue dkk (2006).

Peran transportasi bukan hanya terbatas pada mengangkut manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lain, namun memiliki dampak terhadap kondisi perekonomian wilayah. Kajian USAID (2006) menyebutkan proyek peningkatan transportasi memberikan keuntungan pada masyarakat miskin dan pengguna jalan lain dalam beberapa bentuk:

1. Peningkatan akses ke pasar, pendidikan, kesehatan dan sebagainya,
2. Penurunan biaya operasi kendaraan,
3. Penghematan waktu, dan
4. Peningkatan nilai modal.

Biaya transportasi yang besar dapat berarti oleh isolasi geografis, sosial dan ekonomi yang menjadi hambatan bagi orang miskin (The World Bank, 1997). Di wilayah miskin perdesaan, kekurangan transportasi yang layak menyebabkan rumah tangga pertanian tidak menerima hasil panen secara layak, kesempatan bekerja non pertanian dan akses ke layanan sosial. Di wilayah perkotaan, rumah tangga miskin seringkali menderita akibat kekurangan akses pada transportasi umum.

Di Indonesia, mayoritas penduduk miskin berada di wilayah Timur, seperti Nusa Tenggara, Maluku dan Papua sebagaimana gambaran grafik berikut:



Sumber: Pembangunan Daerah dalam Angka, Bappenas, 2013 (diolah)

**Gambar 2** Gambaran Kesejahteraan antar Pulau di Indonesia

Gambar tersebut menunjukkan tingkat kemiskinan yang tinggi pada wilayah-wilayah timur Indonesia yang mayoritas adalah wilayah kepulauan. Hal ini menunjukkan bahwa peran transportasi laut seharusnya cukup dominan dalam mendukung pengentasan kemiskinan di wilayah tersebut.

Paper ini akan menyoroti bagaimana peluang transportasi laut untuk berperan menjadi katalisator bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat, khususnya di Indonesia bagian timur. Dengan adanya pemetaan yang jelas mengenai peran transportasi laut saat ini serta dokumen penanganan kemiskinan yang dilakukan, akan dapat didorong upaya optimalisasi peran tersebut dalam mendorong kesejahteraan masyarakat di Indonesia, khususnya wilayah bagian timur.

## **PENYEDIAAN TRANSPORTASI LAUT**

Berdasarkan jenis pelayarannya, volume angkutan laut di Indonesia selama periode 2008 – 2012 adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Volume Angkutan Laut menurut Jenis Pelayaran

No	Uraian	Satuan	2008	2009	2010	2011	2012	Porsi 2012 (%)	Pertumbuhan 2008 - 2012 (%)
1	Angkutan Laut (Pelayaran)	Unit	4.578	5.054	5.381	788	8.738	74,1	17,5
2	Pelayaran Rakyat (Total Unit)	Unit	1.287	1.293	1.301	1.314	1.329	11,3	0,8
3	Perintis (Total Unit)	Unit	56	58	60	61	67	0,6	4,6
4	Angkutan Laut Khusus (Non Pelayaran)	Unit	2.244	2.759	3.203	1.647	1.657	14,1	-7,3
<b>Jumlah Total</b>		<b>Unit</b>	<b>8.165</b>	<b>9.164</b>	<b>9.945</b>	<b>10.902</b>	<b>11.791</b>	<b>100,0</b>	<b>9,6</b>

Sumber: Buku Statistik Perhubungan, 2012 (diolah)

Tabel di atas menunjukkan bahwa angkutan laut (pelayaran) memiliki porsi dan pertumbuhan yang terbesar dibandingkan jenis angkutan laut lainnya. Pelayaran rakyat juga memiliki porsi yang cukup besar, walaupun pertumbuhannya relatif kecil, sementara pelayaran perintis memiliki armada paling kecil, namun memiliki pertumbuhan yang cukup tinggi dari tahun ke tahun. Gambaran penyediaan sarana secara makro ini menunjukkan bahwa peran angkutan pelayaran dan pelayaran rakyat cukup besar dalam mendukung pergerakan manusia dan barang melalui laut.

Jaringan rute angkutan pelayaran komersial yang dilayani oleh PT. Pelni saat ini menyinggahi 91 pelabuhan dengan jumlah armada 25 kapal trayek tetap dan 3 kapal cadangan/carter ([http://id.wikipedia.org/wiki/Pelayaran\\_Nasional\\_Indonesia](http://id.wikipedia.org/wiki/Pelayaran_Nasional_Indonesia)). Jaringan rute angkutan penyeberangan antar pulau terdiri atas 137 lintasan perintis dan 42 lintasan komersial. Angkutan tersebut menyinggahi 149 pelabuhan, dengan 205 kapal komersial dan 62 kapal perintis. Jaringan perintis pada tahun 2013 direncanakan berasal dari 32 pelabuhan pangkal, 487 pelabuhan singgah, dengan 80 rute dan 1.995 Voyage.

Apabila dicermati, jaringan rute tersebut telah menjangkau hampir semua pelabuhan penting di Indonesia, termasuk kota-kota di Indonesia bagian Timur. Hal ini menunjukkan bahwa transportasi laut memiliki potensi untuk menjadi prasarana penting dalam mendorong kesejahteraan masyarakat. Namun demikian, hal yang perlu dikaji lebih jauh adalah bagaimana kualitas layanan sarana dan prasarana transportasi laut yang diselenggarakan.

Dari sisi jumlahnya, pelabuhan yang dikelola secara komersial menurun dari 104 pada tahun 2008 menjadi 102 pada tahun 2012. Jumlah pelabuhan yang dikelola oleh PT. Pelindo I – IV disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 2** Jumlah Pelabuhan per Pengelola

No	Pengelola	2008	2009	2010	2011	2012
1	PT. Pelabuhan Indonesia I	26	26	26	26	25
2	PT. Pelabuhan Indonesia II	29	29	29	21	21
3	PT. Pelabuhan Indonesia III	25	25	25	23	23

No	Pengelola	2008	2009	2010	2011	2012
4	PT. Pelabuhan Indonesia IV	24	24	33	33	33
	Jumlah	104	104	113	103	102

Sumber: Buku Statistik Perhubungan, 2012

Yang menjadi permasalahan operasi pelabuhan adalah masih banyaknya pelabuhan yang belum memenuhi standar yang diharapkan. Menurut Hermaini Wibowo (2010) dalam Irawan (tanpa tahun), terdapat beberapa faktor yang menghambat kinerja sistem pelabuhan (terutama pelabuhan komersial) di Indonesia, diantaranya adalah:

1. Batasan fisik/geografis. Kedalaman pelabuhan menjadi masalah besar di hampir setiap pelabuhan di Indonesia, karena sedikitnya perairan dalam alami dan sistem sungai yang rentan terhadap pendangkalan parah.
2. Masalah tenaga kerja. Pemanfaatan tenaga kerja di pelabuhan tidak efisien dan membatasi kemungkinan peningkatan efisiensi.
3. Kurangnya keamanan. Faktor keamanan yang rendah, tidak hanya oleh perampokan di laut, tetapi juga oleh kegiatan di pelabuhan yang dilakukan kelompok kejahatan terorganisir, pencurian umum dan pencurian kecil (*pilferage*) sekaligus pemogokan dan penghentian kerja.
4. Ketidakadilan dan korupsi dalam alokasi tambatan/*berth* (Nathan Associates, 2001). LPEM-FEUI (2005), mencatat bahwa penggunaan pungutan liar untuk mengurangi waktu antri yang disebabkan kurangnya sarana infrastruktur utama seperti derek jembatan dan ruang penyimpanan juga merupakan hal yang umum. Biaya semacam itu masih ditambah lagi dengan berbagai pungutan liar yang diminta di pelabuhan untuk prosedur ekspor dan impor.
5. Kurangnya sarana dan prasarana pelabuhan. Keterbatasan sarana petikemas dan prasarana penyimpanannya. Akses jalan yang terbatas, karena hampir semua pelabuhan besar Indonesia berlokasi dekat dengan daerah perkotaan yang padat. Hal ini diperparah oleh sarana prasarana yang bercampur untuk penanganan kapal barang dan penumpang.
6. Faktor alam, misalnya terjadinya cuaca buruk, sehingga kapal tidak bisa merapat di dermaga untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang.

Beberapa permasalahan tersebut diindikasikan menjadi penyebab masih kecilnya peran transportasi laut dalam mendukung pengangkutan barang dan manusia di Indonesia, termasuk dukungannya terhadap pencapaian sasaran pembangunan diantaranya penurunan angka kemiskinan.

## **KEBIJAKAN PENGENTASAN KEMISKINAN**

Menurut Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN/Bappenas), sejak tahun 2010, penurunan kemiskinan melambat dan secara absolut jumlahnya menurun sekitar 1 juta per tahun. Tingkat kemiskinan pada bulan Maret 2013 sebesar 11,37% atau 28,07 juta jiwa, berkurang 0,59 juta jiwa dibandingkan tahun 2012. Sementara target Rencana Kerja Pemerintah (RKP) pada 2014 adalah sebesar 9,5%-10,5%.

Akibat kondisi kemiskinan saat ini dan tantangan di depan, diperlukan rencana khusus untuk percepatan penurunan kemiskinan, yang terwujud dalam dokumen Masterplan

Percepatan dan Perluasan Penurunan Kemiskinan Indonesia (MP3KI). Kerangka desain dari MP3KI adalah sebagai berikut (Sulistyaningrum, 2013):



**Gambar 3** Kerangka Desain MP3KI

Sumber: Kementerian PPK/Bappenas, 2013

Dalam kerangka tersebut strategi utama yang relevan dengan penyediaan infrastruktur adalah meningkatkan pelayanan dasar bagi masyarakat miskin dan rentan serta mengembangkan pengidupan berkelanjutan.

Pendekatan “penghidupan berkelanjutan” merupakan pendekatan penanggulangan kemiskinan yang terintegrasi dalam pembekalan aset yang diperlukan oleh individu sehingga dapat berdiri sendiri secara berkesinambungan. Aset yang tercakup dalam pendekatan tersebut meliputi: 1) *natural*/alam, 2) *physical*/infrastruktur, 3) *social*/sosial, 4) *financial*/finansial, dan 5) *human*/SDM.

Dari skema tersebut dapat dilihat bahwa aspek fisik / infrastruktur merupakan salah satu strategi dalam pencapaian sasaran MP3KI. Dengan demikian, transportasi laut sebagai salah satu bagian infrastruktur memiliki bagian peran yang cukup penting dalam proses pengentasan kemiskinan di Indonesia dalam kerangka MP3KI.

## ANALYSIS

Dari hasil identifikasi aspek penyediaan transportasi laut dan aspek pengentasan kemiskinan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa terdapat gap antara penyediaan transportasi laut dan kebutuhan akan transportasi dalam pengentasan kemiskinan. Untuk itu perlu dilakukan analisis untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan tantangan dari transportasi laut dalam mendukung pengurangan kemiskinan di Indonesia.

Apabila dilakukan analisis matriks internal eksternal, maka posisi transportasi laut dalam mendukung pengentasan kemiskinan dapat dipetakan sebagai berikut:

**Tabel 3** Model Analisis Faktor Strategis Eksternal (EFAS)

Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Rating	Bobot * Rating	Komentar
<b>Peluang/Opportunities:</b>				
- Infrastruktur merupakan salah satu asset yang dikembangkan untuk mengurangi kemiskinan sesuai MP3KI	0.2	1	0.2	Peran infrastruktur belum optimal sebagai strategi pokok pengentasan kemiskinan
- Wilayah Indonesia sebagian besar merupakan lautan, memberi peluang untuk moda laut terus berkembang	0.2	2	0.4	Wilayah lautan yang luas memerlukan penyediaan transportasi laut yang besar yang tidak seluruhnya dapat disediakan pemerintah
<b>Tantangan/Threats:</b>				
- Persaingan antar moda, terutama angkutan udara yang menyediakan alat angkut antar pulau secara cepat	0.3	1	0.3	Persaingan dengan moda udara dapat mematikan rute transportasi penumpang jarak jauh
- Faktor alam, misalnya terjadinya cuaca buruk yang menyebabkan berkurangnya kinerja angkutan laut	0.3	1	0.3	Fenomena alam memerlukan penanganan yang baik, dari sisi teknologi dan tata kelola
<b>TOTAL</b>	<b>1.0</b>		<b>1.2</b>	

Catatan: Penilaian rating dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Rating Peluang: 1 rendah, 4 tinggi
- Rating Tantangan: 1 tinggi, 4 rendah

Sementara analisis faktor strategi internal (IFAS) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4** Model Analisis Faktor Strategis Internal (IFAS)

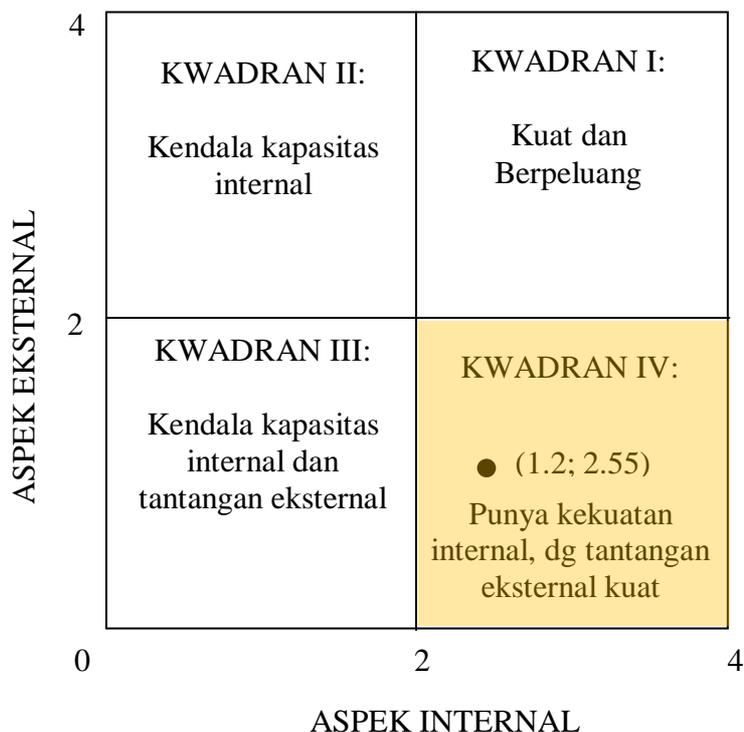
Faktor Strategi Internal	Bobot	Rating	Bobot * Rating	Komentar
<b>Kekuatan/ Strength:</b>				
- Jaringan transportasi laut sudah menjangkau sebagian besar kota di Indonesia Timur	0.25	4	1	Jaringan transportasi laut telah cukup memadai
- Transportasi laut mampu mengangkut barang-barang dalam volume besar dengan ongkos yang relatif murah dibandingkan moda angkutan lain, terutama bulkier goods	0.25	3	0.75	Transportasi laut memiliki keunggulan komparatif dibanding moda transportasi lain yang dapat dioptimalkan

Faktor Strategi Internal	Bobot	Rating	Bobot * Rating	Komentar
<b>Kelemahan/ Weaknesses:</b>				
- Kualitas layanan yang masih rendah, bercampur antara penumpang dan barang	0.2	1	0.2	Masih diperlukan peningkatan kualitas layanan transportasi laut
- Kurangnya pelabuhan laut alam yang dalam, ditambah tingkat sedimentasi sungai yang tinggi, mengurangi kinerja kapal	0.1	2	0.2	Kondisi alamiah pelabuhan memerlukan penanganan operasional yang mahal agar mampu menjaga kinerja
- Tata kelola yang belum profesional (tenaga kerja, prosedur, keamanan)	0.2	2	0.4	Kualitas layanan operasional memerlukan penanganan yang lebih baik
<b>TOTAL</b>	<b>1.0</b>		<b>2.55</b>	

Catatan: Penilaian rating dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Rating Kekuatan: 1 rendah, 4 tinggi
- Rating Kelemahan: 1 tinggi, 4 rendah

Berdasarkan hasil analisis EFAS dan IFAS, dapat diketahui bahwa posisi transportasi laut dalam mendukung pengentasan kemiskinan berada dalam kwadran IV (koordinat 1.2; 2.55) sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 4. Hal ini berarti peran transportasi laut dalam mendukung pengentasan kemiskinan masih mengalami tantangan yang berat dari sisi eksternal. Untuk itu diperlukan strategi yang tepat untuk mengoptimalkan keunggulan komparatif yang dimiliki transportasi laut untuk mampu berperan dalam mengurangi pengentasan kemiskinan khususnya di Indonesia bagian Timur.



**Gambar 4** Matrik Ruang (Space Matriks)

Berdasarkan pemetaan EFAS dan IFAS tersebut dapat disusun strategi pengembangan transportasi laut dalam pengentasan kemiskinan, sebagaimana diuraikan dalam tabel berikut:

**Tabel 5** Strategi Pengembangan Peran Transportasi Laut dalam Mengurangi Kemiskinan

<b>INTERNAL</b>	<p><b>Kekuatan/ Strength:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaringan transportasi laut sudah menjangkau sebagian besar kota di Indonesia Timur</li> <li>- Transportasi laut mampu mengangkut barang-barang dalam volume besar dengan ongkos yang relatif murah dibandingkan moda angkutan lain, terutama bulkier goods</li> </ul>	<p><b>Kelemahan/ Weaknesses:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kualitas layanan yang masih rendah, bercampur antara penumpang dan barang</li> <li>- Kurangnya pelabuhan laut alam yang dalam, ditambah tingkat sedimentasi sungai yang tinggi, mengurangi kinerja kapal</li> <li>- Tata kelola yang belum profesional (tenaga kerja, prosedur, keamanan)</li> </ul>	
<b>EKSTERNAL</b>	<p><b>Peluang/Opportunities:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infrastruktur merupakan salah satu asset yang dikembangkan untuk mengurangi kemiskinan sesuai MP3KI</li> <li>- Wilayah Indonesia sebagian besar merupakan lautan, memberi peluang untuk moda laut terus berkembang</li> </ul>	<p><b>Strategi S – O:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengoptimalkan jaringan transportasi laut untuk meningkatkan aksesibilitas penduduk miskin di pulau-pulau terpencil</li> <li>- Mengoptimalkan pemanfaatan transportasi laut untuk mengangkut kebutuhan pokok untuk mengurangi disparitas harga</li> </ul>	<p><b>Strategi W – O:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peningkatan kualitas layanan baik di pelabuhan maupun di perjalanan dengan perbaikan infrastruktur dan tata kelola penyelenggaraan transportasi laut</li> <li>- Mensinergikan program-program penanggulangan kemiskinan dengan penyediaan transportasi laut</li> </ul>
	<p><b>Tantangan/Threats:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Persaingan antar moda, terutama angkutan udara yang menyediakan alat angkut antar pulau secara cepat</li> <li>- Faktor alam, misalnya terjadinya cuaca buruk yang menyebabkan berkurangnya kinerja angkutan laut</li> </ul>	<p><b>Strategi S – T:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengoptimalkan keterpaduan transportasi laut dengan moda transportasi lain untuk meningkatkan aksesibilitas ke wilayah terpencil dan tertinggal</li> <li>- Peningkatan teknologi transportasi laut untuk menghadapi tantangan akibat kondisi alam</li> </ul>	<p><b>Strategi W – T:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengembangan transportasi multimoda dengan memperhatikan keunggulan komparatif dan kompetitif masing-masing moda</li> </ul>

Sumber: hasil analisis, 2014

Dari hasil kajian literatur, penyediaan infrastruktur akan memberikan keuntungan sosial yang besar bagi keluarga miskin, terutama untuk wanita dan anak-anak (Gannon and Liu,

1997). Namun demikian, tingkat kelayakan secara ekonomi seringkali cukup rendah, sehingga analisis kelayakan secara politis perlu dilakukan, sebagai salah satu *affirmative policy* untuk memprioritaskan pengembangan infrastruktur, termasuk infrastruktur laut. Kebijakan yang berpihak pada masyarakat miskin ini sudah menjadi bagian dari kebijakan pemerintah yang ditetapkan dalam MP3KI.

## CONCLUSION

Kesimpulan dari kajian adalah:

1. Peran transportasi laut masih cukup kecil dalam menunjang aktifitas ekonomi masyarakat, yang konsekuensinya memberi sumbangan yang relatif kecil terhadap pengurangan kemiskinan,
2. Dari sisi jaringannya, transportasi laut menjangkau sebagian besar kota-kota di Indonesia. Namun demikian, kualitas layanan baik di pelabuhan maupun selama perjalanan masih perlu ditingkatkan,
3. Sebagian besar masyarakat miskin berada di Indonesia Bagian Timur yang memiliki karakteristik kepulauan. Moda transportasi laut memiliki peluang besar untuk berpartisipasi dalam program pengentasan kemiskinan pada wilayah kepulauan tersebut,
4. Pemerintah melalui Masterplan Percepatan dan Perluasan Pengurangan Kemiskinan Indonesia (MP3KI), telah memberikan peluang besar bagi pengembangan infrastruktur sebagai salah satu asset yang harus dikembangkan dalam pengurangan kemiskinan.

Saran hasil kajian adalah:

1. Perlu strategi optimalisasi pengembangan transportasi laut baik dengan skema intermoda maupun multimoda sehingga mampu berperan besar dalam pengentasan kemiskinan di Indonesia,
2. Perlu adanya kebijakan yang berpihak (*affirmative policy*) kepada moda angkutan laut, sehingga dapat berperan dalam pengentasan kemiskinan terutama di wilayah Timur Indonesia yang tertinggal dan dominan berupa wilayah kepulauan.

## ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih disampaikan kepada pimpinan Pusat Studi Transportasi dan Logistik (Pustral), Universitas Gadjah Mada yang telah memfasilitasi data dan fasilitas pendukung lainnya dalam penyusunan paper ini.

## REFERENCES

- Alex Riley and Tanya Bathiche., September 2006., Poverty Reduction and Transportation Infrastructure in Timor-Leste., The Louis Berger Group, Inc, Usaid
- Bappenas., 2012., Pembangunan Daerah Dalam Angka 2012 (PDDA)., Bappenas., Jakarta
- Colin A. Gannon., Zhi Liu., September 1997., Poverty and Transport., Discussion Paper., Transportation Water Urban Development, Transport Division, The World Bank
- Henrikus Galih Irawan, tanpa tahun, Manajemen Transportasi Pelabuhan di Indonesia  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Pelayaran\\_Nasional\\_Indonesia](http://id.wikipedia.org/wiki/Pelayaran_Nasional_Indonesia)

Jean-Paul Rodrigue, Claude Comtois, and Brian Slack., 2006., *The Geography of Transport Systems.*, Routledge, NY

Woro S. Sulistyningrum., 2013., *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pengurangan Kemiskinan Indonesia (MP3KI).*, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas

## ANALISA KEBUTUHAN PENGEMBANGAN JARINGAN JALAN DI KOTA PALEMBANG

**Joni Arliansyah**

Lecturer

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 36 Inderalaya,  
Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[joniarliansyah@yahoo.com](mailto:joniarliansyah@yahoo.com)

**Adi Taruna**

Student

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 36 Inderalaya,  
Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[adi\\_taruna@rocketmail.com](mailto:adi_taruna@rocketmail.com)

**Rhptyalyani**

Lecturer

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 36 Inderalaya,  
Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[rhpty.alyani@gmail.com](mailto:rhpty.alyani@gmail.com)

**Aztri Yuli Kurnia**

Lecturer

Department of Civil Engineering,  
Faculty of Engineering  
Sriwijaya University  
Jln. Palembang-Prabumulih  
KM. 36 Inderalaya,  
Sumatera Selatan, 30662  
Telp: (0711) 580127  
[aztri\\_zainuddin@yahoo.com](mailto:aztri_zainuddin@yahoo.com)

### Abstract

The economic growth and rapid population in Palembang City and the surrounding regions lead to the increased mobility of people and goods. Palembang City which is divided into two upstream and downstream areas by Musi River and they are currently connected only by one bridge namely Ampera Bridge. This results in traffic concentration on the main city streets and congestion takes place almost throughout the day and evenly throughout the City area. This study analyzes and discusses the condition of network services in Palembang City with or without the development of road network in the City, in which the Spatial Planning and Area of Palembang City up to 2037 plans to construct six bridges and the city ring road. This study only discusses the conditions of service of the road network in the next five years, that is up to 2019. The road network condition in Palembang City was simulated using a Palembang City transportation model developed with JICA STRADA program (System for Traffic Demand Analysis), where the ratio between traffic volume survey results with the results of the modeling for the year 2014 has a determination coefficient ( $R^2$ ) of 0.839. The results indicate that the development of Musi Bridge IV in 2017 and the Musi Bridge VI in 2019 is a solution to deploy traffic movement and reduce congestion significantly in Palembang City. If the construction of the two bridges is delayed, Palembang will then suffer from severe traffic congestion in both 2017 and 2019.

**Keywords :** *Models of transportation, congestion, construction of the bridge*

### Abstrak

Pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk yang pesat di dalam Kota Palembang dan wilayah sekitarnya menyebabkan peningkatan mobilitas orang dan barang. Kota Palembang yang wilayahnya terbagi dua menjadi bagian hulu dan hilir oleh Sungai Musi dan saat ini hanya terhubung oleh satu jembatan yaitu Jembatan Ampera. Hal ini menyebabkan lalu lintas terpusat di jalan-jalan utama kota dan kemacetan terjadi hampir sepanjang hari dan merata di seluruh wilayah Kota. Dalam studi ini dianalisa dan dibahas kondisi pelayanan jaringan di Kota Palembang dengan atau tanpa pengembangan jaringan jalan di Kota Palembang, di mana dalam RTRW Kota Palembang sampai dengan tahun 2037 direncanakan akan dibangun 6 jembatan dan jalan lingkar kota. Dalam studi ini hanya dibahas kondisi pelayanan jaringan jalan dalam lima tahun kedepan yaitu sampai dengan tahun 2019. Kondisi jaringan jalan di Kota Palembang disimulasi menggunakan model transportasi Kota Palembang yang dikembangkan dengan program JICA STRADA (*System for Traffic Demand Analysis*), dimana perbandingan volume lalu lintas hasil survei dengan hasil

pemodelan untuk Tahun 2014 memiliki koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,839. Hasil menunjukkan bahwa pembangunan Jembatan Musi IV di tahun 2017 dan Jembatan Musi VI di tahun 2019 merupakan solusi untuk menyebarkan pergerakan lalu lintas dan mengurangi kemacetan secara berarti di Kota Palembang. Jika pembangunan kedua jembatan ini tertunda, Kota Palembang akan mengalami kemacetan yang sangat parah baik di tahun 2017 dan 2019.

**Kata Kunci:** *Model transportasi, kemacetan, pembangunan jembatan.*

## **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang pesat dan berkesinambungan di Kota Palembang menyebabkan peningkatan mobilitas orang dan barang. Hal ini perlu diimbangi oleh penyediaan sarana dan prasarana transportasi agar kegiatan sosial dan ekonomi di Kota Palembang tidak terus terganggu oleh permasalahan transportasi seperti kemacetan, masalah pelayanan angkutan umum, masalah parkir, dll.

Kota Palembang yang terbagi oleh Sungai Musi menjadi bagian hulu dan hilir saat ini hanya dihubungkan oleh Jembatan Ampera. Hal tersebut mengakibatkan lalu lintas terkumpul melalui Jembatan Ampera dan jalan-jalan utama kota terutama pada jam sibuk. Kemacetan terjadi hampir sepanjang hari dan merata di seluruh wilayah kota.

Dalam RTRW Kota Palembang (Bappeda Kota Palembang, 2010) direncanakan pengembangan jaringan jalan dimana selain pengembangan jalan lingkar kota ada 6 buah Jembatan dan yang akan dibangun di kota Palembang, akan tetapi sampai saat ini akibat masalah sosial dan pembebasan lahan belum satupun jembatan tambahan terbangun. Dalam studi ini disimulasikan kondisi lalu lintas di Kota Palembang dengan atau tanpa pengembangan jaringan jalan yang direncanakan. Dalam studi ini simulasi dan analisa dilakukan untuk jangka pendek yaitu untuk lima tahun kedepan. Studi ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi, memperbaharui dan memvalidasi model transportasi Kota Palembang yang telah dikembangkan (Arliansyah, dkk., 2009; Arliansyah, dkk. 2010), sebagai alat analisa kebutuhan jaringan jalan di Kota Palembang.
2. Memprediksi dan mengevaluasi kondisi pelayanan lalu lintas di Kota Palembang untuk lima tahun kedepan yaitu sampai dengan tahun 2019.

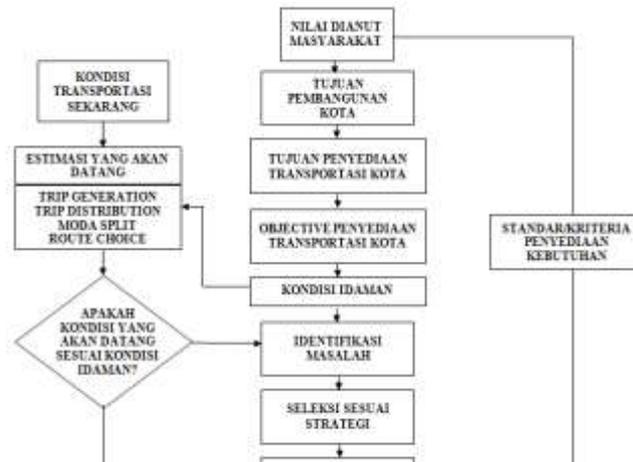
## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Perencanaan Transportasi Kota**

Sistematika pendekatan perencanaan transportasi kota diperlihatkan pada Gambar 1 (Tambun, 1998).

Pada prinsipnya perencanaan transportasi adalah menyeimbangkan antara kondisi transportasi pada saat ini maupun dimasa yang akan datang. Untuk memperkirakan kondisi transportasi dimasa yang akan datang pendekatan yang dilakukan sebagai berikut (Tamin, 2008):

1. 1. Pembuatan peta tata guna lahan untuk daerah studi.
2. 2. Penentuan jaringan jalan dan jembatan beserta hirarkinya.
3. 3. Penentuan zona-zona transportasi yang dilayani oleh jalan-jalan utama yang terdapat di dalam daerah studi.



Gambar 1. Sistematika Pendekatan Perencanaan Transportasi Kota

4. Penentuan kebutuhan transportasi melalui survei wawancara rumah tangga (*home interview*) dalam bentuk:
  - a. Pembangkit perjalanan (*trip generation*).
  - b. Distribusi perjalanan (*trip distribution*) antar zona.
  - c. Pemisah modal (*modal split*) untuk perjalanan antar zona.
  - d. Pembebanan perjalanan (*trip assignment*) pada ruas-ruas jalan antar zona.
5. Prediksi yang akan datang melalui 4 langkah model transportasi.

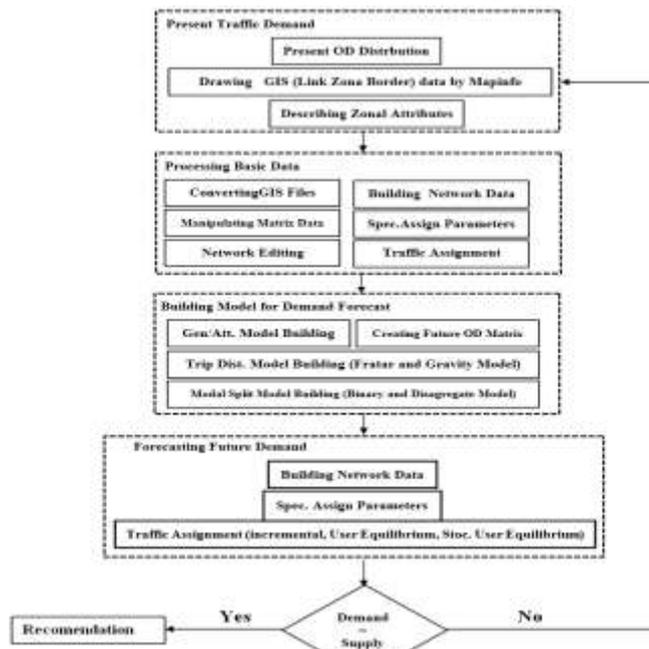
### System for Traffic Demand Analysis (Strada)

Dalam pembuatan permodelan transportasi Kota Palembang digunakan program *System for Traffic Demand Analysis* (STRADA) dari JICA (Intel-Tech, 2006). Langkah-langkah dalam pemodelan untuk kondisi eksisting meliputi pembuatan jaringan jalan, pembuatan OD matrik, pemilihan moda dan pembebanan jaringan. Untuk pemodelan pembebanan jaringan lalu lintas dimasa yang akan datang digunakan empat langkah model transportasi yang terdiri atas prediksi bangkitan dan tarikan lalu lintas, distribusi perjalanan (*Gravity Model*), pemilihan moda (*Dissagregate Model*) dan pembebanan lalu lintas (*Trip Assignment*). Secara umum langkah-langkah dalam pemodelan dengan JICA Strada diperlihatkan pada Gambar 2.

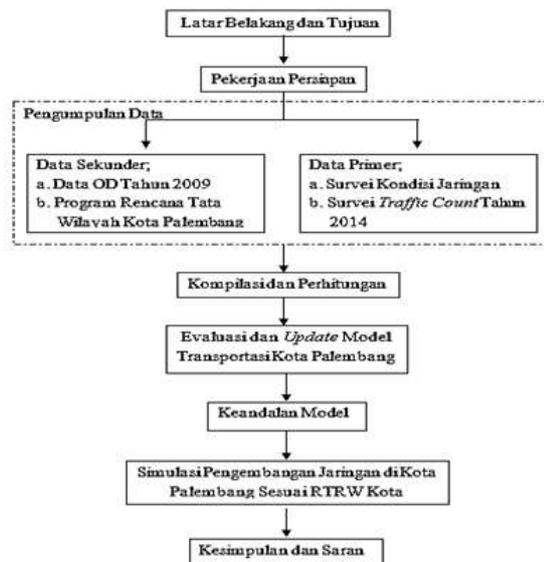
## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi ini diperlihatkan pada Gambar 3 dan dijelaskan sbb:

1. Setelah semua data dikumpulkan dan diolah, dilakukan evaluasi dan update model transportasi Kota Palembang yang dikembangkan dengan menggunakan program JICA Strada (Arliansyah, dkk., 2009). Evaluasi dan update dilakukan berupa penyesuaian jumlah dan pusat zona serta jaringan jalan. Zona yang digunakan sebanyak 16 Zona yang didasarkan pada wilayah kecamatan. Pembagian zona dan jaringan jalan yang digunakan dalam model diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.

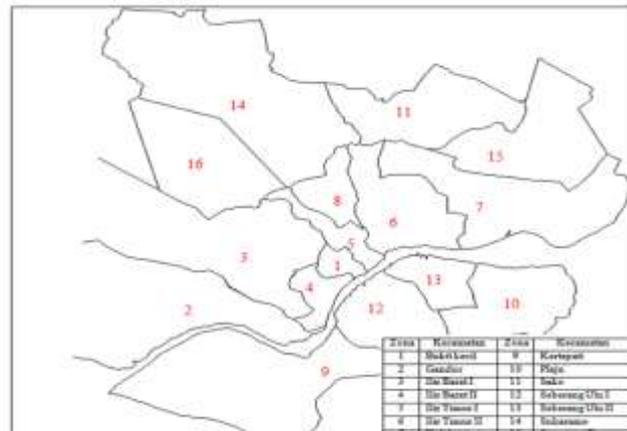


Gambar 2. Langkah-langkah Pemodelan dengan JICA Strada

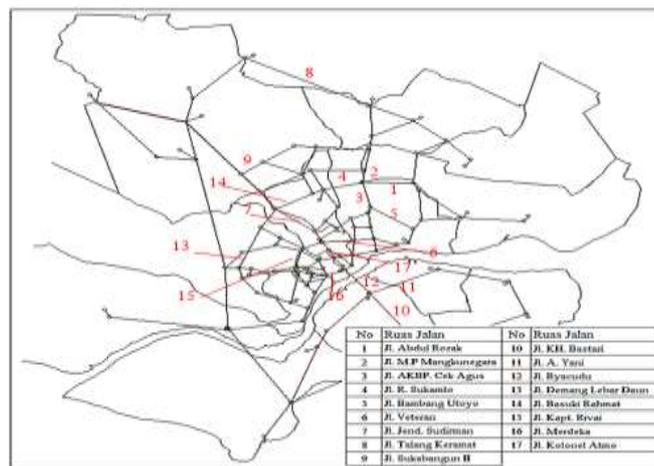


Gambar 3. Alur Kerja Studi

2. Dalam studi ini OD Matrik tahun 2009 (Arliansyah, dkk., 2009) digunakan sebagai dasar untuk memprediksi OD matrik tahun 2014 maupun OD matrik pada tahun prediksi lain sesuai dengan kebutuhan analisa.
3. Uji Keandalan model dilakukan dengan membandingkan volume lalu lintas eksisting tahun 2014 dengan hasil pemodelan.
4. Setelah dilakukan uji keandalan model, dilakukan simulasi dan analisa kondisi jaringan Kota Palembang dengan atau tanpa pembangunan jembatan dan jaringan jalan sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palembang. Simulasi terutama untuk melihat kondisi terbaik dan kondisi terburuk kondisi lalu lintas di Kota Palembang. Rencana pengembangan jaringan jalan diperlihatkan pada Tabel 2. Pada studi ini, analisa dilakukan untuk lima tahun kedepan yaitu tahun 2019.



Gambar 4. Peta Pembagian Zona



Gambar 5. Peta Jaringan Jalan Kota Palembang

Tabel 2. Skenario Penanganan Jaringan di Kota Palembang

No	Skenario	Tahun Operasi *)
1.	Rencana Pembangunan Jembatan Musi IV	2017
2.	Rencana Pembangunan Jembatan Musi VI	2019
3.	Rencana Pembangunan Jembatan Musi III	2022
4.	Rencana Pembangunan Jembatan Musi VII	2027
5.	Rencana Pembangunan jembatan Musi V, Jembatan Musi VIII dan Jalan Lingkar Kota Palembang	2037

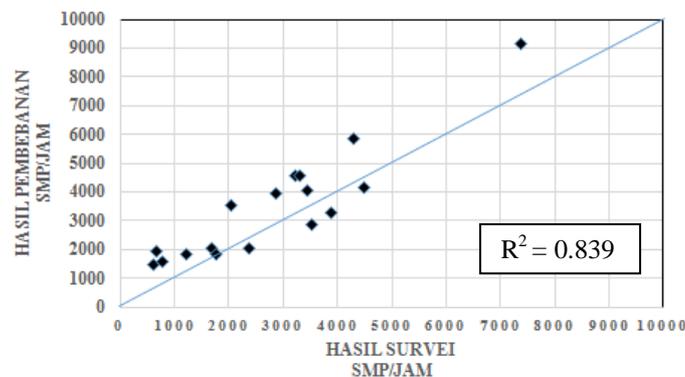
\*) Tahun Operasi diperkirakan berdasarkan hasil wawancara pada instansi terkait.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN.

### Uji Keandalan Model

Uji keandalan model dilakukan untuk melihat seberapa jauh model transportasi kota yang dibuat dapat merepresentasikan kondisi lapangan. Hal ini dilakukan dengan membandingkan volume lalu lintas eksisting dan hasil pemodelan untuk tahun 2014. Data

17 ruas jalan di Kota Palembang seperti terlihat pada Gambar 5 dan Tabel 3. digunakan untuk menguji keandalan model. Hasil uji keandalan memperlihatkan nilai  $R^2$  sebesar 0,839 dan diperlihatkan pada Gambar 6. Hal ini menunjukkan bahwa model transportasi Kota Palembang yang dikembangkan dapat secara baik merepresentasikan kondisi pembebanan jaringan jalan di Kota Palembang.



**Gambar 6.** Grafik Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) antara Hasil Survey dan Hasil Pemodelan

**Tabel 3.** Hasil Survei dan Hasil Pembebanan

No	Ruas Jalan	Kapasitas	Volume Jam Sibuk (smp/jam)		
			Volume Hasil Survei	V/C	Volume Hasil Pembebanan
1	Jl. Abdul Rozak	3635	1632	0.449	2100
2	Jl. M.P Mangkunegara	2581	1159	0.449	1900
3	Jl. AKBP. Cek Agus	2581	1731	0.671	1900
4	Jl. R. Sukanto	3635	2324	0.639	2100
5	Jl. Bambang Utoyo	2890	568	0.197	1500
6	Jl. Veteran	4449	2001	0.450	3600
7	Jl. Jend. Sudirman	5132	4440	0.865	4200
8	Jl. Talang Keramat	2668	724	0.271	1600
9	Jl. Sukabangun II	2668	617	0.231	2000
10	Jl. KH. Bastari	5742	4263	0.742	5900
11	Jl. A. Yani	3300	2822	0.855	4000
12	Jl. Ryacudu	5742	7333	1.277	9200
13	Jl. Demang Lebar Daun	4372	3827	0.875	3300
14	Jl. Basuki Rahmat	3164	3183	1.006	4600
15	Jl. Kapt. Rivai	4372	3390	0.775	4100
16	Jl. Merdeka	5638	3272	0.580	4600
17	Jl. Kolonel Atmo	6709	3476	0.518	2900

### Kondisi Lalu Lintas di Kota Palembang Eksisting (2014)

Tabel 3 memperlihatkan bahwa ruas jalan di Kota Palembang saat ini tidak sepenuhnya lancar dimana kinerja beberapa ruas jalan terlihat telah mencapai kapasitas dan terjadi kemacetan. Masalah kapasitas jaringan jalan eksisting yang terlihat berupa:

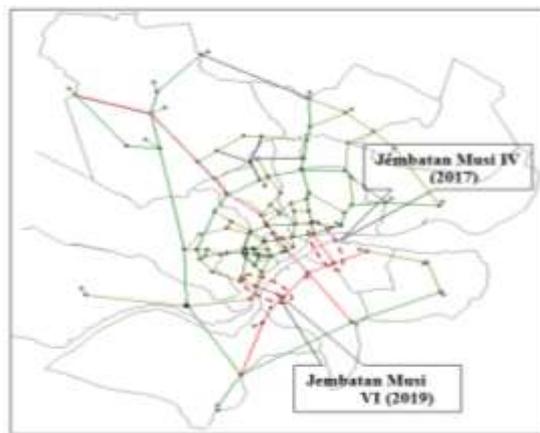
1. Ruas jalan yang memiliki volume lalu lintas terpadat adalah Jl. H.M. Ryacudu (Jembatan Ampera) dengan V/C Sebesar 1,28. Hal ini disebabkan tidak ada jembatan alternatif yang di dalam kota yang menghubungkan bagian hulu dan hilir Kota Palembang selain Jembatan Ampera. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan jembatan lain selain jembatan ampera harus segera di laksanakan.
2. Jalan-jalan yang volume lalu lintasnya sudah mendekati dan mencapai kapasitas adalah Jl. Sudirman, Jl. K.H. Bastari, Jl. A Yani, Jl. Demang Lebar Daun, Jl. Basuki Rahmat dan Jl. Kapt. A. Rivai. Ke enam ruas jalan ini merupakan jalan poros utama di Kota Palembang dan saat ini kemacetan telah mengganggu aktivitas warga kota.

### **Simulasi Tingkat Pelayanan Jaringan Jalan di Kota Palembang.**

Pada studi ini dilakukan simulasi kondisi lalu lintas Kota Palembang untuk 5 tahun kedepan. Gambar tahapan rencana pengembangan jaringan jalan di Kota Palembang sampai dengan 2019 diperlihatkan pada Gambar 7. Simulasi yang dilakukan untuk melihat kondisi lalu lintas di Kota Palembang dengan atau tanpa pembangunan jembatan yang direncanakan.

### **Tingkat Pelayanan Jaringan Jalan Kota Palembang Tahun 2017**

Seperti terlihat pada Gambar 7, di tahun 2017 direncanakan telah dibangun Jembatan Musi IV. Kondisi simulasi untuk tahun 2017 terdiri dari kondisi *Do Nothing* dimana Jembatan Musi IV terlambat atau gagal dibangun, dan kondisi jika di tahun 2017 telah dibangun Jembatan Musi 4. Hasil simulasi kondisi jaringan jalan Kota Palembang dengan atau tanpa Jembatan Musi 4 diperlihatkan pada Tabel 4.



**Gambar 7.** Rencana Pengembangan Jembatan dan Jaringan Jalan Di Kota Palembang

Dari hasil simulasi seperti terlihat pada Tabel 4 terlihat jika pembangunan Jembatan Musi IV tidak dapat terwujud ditahun 2017, maka:

1. Pada jam sibuk ada sebelas jalan utama di Kota Palembang yang akan mengalami kemacetan.
2. Jembatan Ampera (Jl.Ryacudu) sudah tidak mampu lagi melayani kebutuhan pergerakan antara bagian hulu dan hilir kota.

Jika pada tahun 2017 Jembatan Musi IV dapat terbangun, maka pembangunan ini dapat membantu penyebaran dan pemerataan lalu lintas di Kota Palembang, sehingga pada jam sibuk kondisi lalu lintas relatif lebih baik jika dibandingkan kondisi tanpa Jembatan Musi IV, walaupun Jembatan Ampera dan Jembatan Musi IV juga telah mencapai kapasitas pelayanan dan delapan ruas jalan telah mendekati kapasitasnya

**Tabel 4.** Hasil Pembebanan Lalu Lintas Di Kota Palembang Tahun 2017

No	Ruas Jalan	Kapasitas	Eksisting (2014)		Do Nothing (2017)		Ada Jembatan Musi IV (2017)	
			Volume	V/C	Volume	V/C	Volume	V/C
1	Jl. Abdul Rozak	3635	1632	0,449	2100	0,578	1800	0,495
2	Jl. M.P Mangkunegara	2581	1159	0,449	2000	0,775	2100	0,814
3	Jl. AKBP. Cek Agus	2581	1731	0,671	2000	0,775	2100	0,814
4	Jl. R. Sukanto	3635	2324	0,639	2100	0,578	1800	0,495
5	Jl. Bambang Hutoyo	2890	568	0,197	1600	0,554	1600	0,554
6	Jl. Veteran	4449	2001	0,45	3800	0,854	4100	0,922
7	Jl. Jend. Sudirman	5132	4440	0,865	4600	0,896	4300	0,838
8	Jl. Talang Keramat	2668	724	0,271	1800	0,675	1900	0,712
9	Jl. Sukabangun II	2668	617	0,231	2000	0,750	2000	0,750
10	Jl. KH. Bastari	5742	4263	0,742	6300	1,097	2100	0,366
11	Jl. A. Yani	3300	2822	0,855	4200	1,273	2300	0,697
12	Jl. Ryacudu	5742	7333	1,277	9800	1,707	5700	0,993
13	Jl. Demang Lebar Daun	4372	3827	0,875	3500	0,801	2300	0,526
14	Jl. Basuki Rahmat	3164	3183	1,006	5000	1,580	2300	0,727
15	Jl. Kapt. Rivai	4372	3390	0,775	4300	0,984	3800	0,869
16	Jl. Merdeka	5638	3272	0,58	4800	0,851	4500	0,798
17	Jl. Kolonel Atmo	6709	3476	0,518	2500	0,373	3500	0,522
18	Musi IV	5742	-	-	-	-	6200	1,080

Pembangunan Jembatan Musi IV sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan lalu lintas di Kota Palembang. Kemacetan parah akan terjadi jika tahun 2017 pemerintah Kota Palembang gagal membangun Jembatan Musi IV. Hasil juga menunjukkan kebutuhan pembangunan jembatan tambahan untuk membantu mengurangi beban di Jembatan Ampera dan Jembatan Musi IV.

#### Tingkat Pelayanan Jaringan Jalan Kota Palembang Tahun 2019

Sesuai dengan RTRW Kota Palembang, setelah di bangun Jembatan Musi IV di tahun 2017, jembatan Musi VI direncanakan telah telah dapat beroperasi pada tahun 2019. Simulasi dilakukan dengan kondisi:

1. Do Nothing dimana pada tahun 2019, tidak terbangun Jembatan Musi IV maupun Jembatan Musi VI.
2. Kondisi pada tahun 2019, hanya terbangun Jembatan Musi IV di Tahun 2017.
3. Kondisi pada tahun 2019, jika dibangun Jembatan Musi IV dan Jembatan Musi VI.

Hasil simulasi kondisi jaringan jalan Kota Palembang sampai dengan tahun 2019 diperlihatkan pada Tabel 5, dan hasil memperlihatkan jika pembangunan Jembatan Musi IV (2017) dan Jembatan Musi VI (2019) tidak dapat terwujud, maka:

1. Pada jam sibuk kemacetan akan merata di dalam Kota dimana ada sebelas jalan utama di Kota Palembang yang akan mengalami kemacetan, meliputi Jl. MP. Mangku Negara, Jl. AKBP Cek Agus, Jl. Veteran, Jl. Sudirman, Jl. Sukabangun II, Jl.KH. Bastari, Jl. A. Yani, Jl. Demang Lebar Daun, Jl. Basuki Rahmat, Jl. Kapt. Rivai dan Jl. Merdeka.
2. Jembatan Ampera (Jl.Ryacudu) sudah tidak mampu lagi melayani kebutuhan pergerakan antara bagian hulu dan hilir kota.

Ditahun 2019, jika hanya jembatan Musi IV terbangun di tahun 2017 kondisi lalu lintas di Kota Palembang hanya sedikit lebih baik dibanding kondisi di atas, kemacetan juga akan merata di seluruh kota. Jembatan Ampera dan Jembatan Musi 4 juga sudah tidak melayani kebutuhan pergerakan antara bagian hulu dan hilir kota.

Pada tahun 2019, jika Jembatan Musi IV dan Musi VI dapat terbangun, maka pembangunan ini dapat membantu penyebaran dan pemerataan lalu lintas di Kota Palembang serta membantu mengurangi kemacetan di jalan utama Kota Palembang.

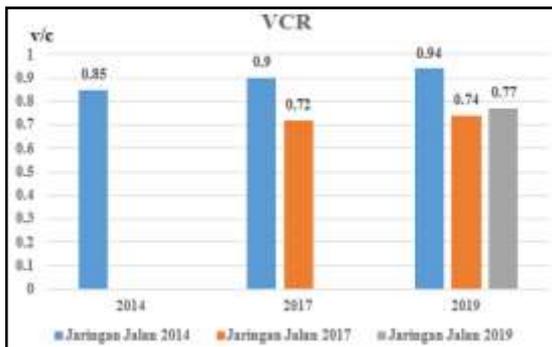
Pergerakan antara hulu dan hilir kota, sebagian besar akan melalui Jembatan Ampera dan Jembatan Musi IV.

**Tabel 5.** Hasil Pembebanan Lalu Lintas Di Kota Palembang Tahun 2019

No	Ruas Jalan	Kapasitas	Do Nothing (2019)				Ada Jembatan Musi IV dan Musi VI (2019)	
			Volume (Network 2014)	V/C	Volume (Network 2017) Ada Jembatan Musi IV	V/C	Volume	V/C
1	Jl. Abdul Rozak	3635	2200	0.605	2200	0.605	1900	0.523
2	Jl. M.P Mangkunegara	2581	2100	0.814	2200	0.852	2200	0.852
3	Jl. AKBP. Cek Agus	2581	2100	0.814	2200	0.852	2200	0.852
4	Jl. R. Sukanto	3635	2200	0.605	2200	0.605	1900	0.523
5	Jl. Bambang Hutoyo	2890	1800	0.623	1700	0.588	1700	0.588
6	Jl. Veteran	4449	3900	0.877	4500	1.011	4300	0.967
7	Jl. Jend. Sudirman	5132	4900	0.955	4500	0.877	4600	0.896
8	Jl. Talang Keramat	2668	1900	0.712	2000	0.750	1900	0.712
9	Jl. Sukabangun II	2668	2100	0.787	2100	0.787	2100	0.787
10	Jl. KH. Bastari	5742	6300	1.097	2200	0.383	2100	0.366
11	Jl. A. Yani	3300	4400	1.333	2500	0.758	2200	0.667
12	Jl. Ryacudu	5742	10100	1.759	5900	1.028	5600	0.975
13	Jl. Demang Lebar Daun	4372	3700	0.846	2600	0.595	2800	0.640
14	Jl. Basuki Rahmat	3164	5300	1.675	2600	0.822	2300	0.727
15	Jl. Kapt. Rivai	4372	4500	1.029	3900	0.892	3600	0.823
16	Jl. Merdeka	5638	5200	0.922	4500	0.798	4000	0.709
17	Jl. Kolonel Atmo	6709	2500	0.373	3700	0.551	3400	0.507
18	Musi IV	5742	-	-	6400	1.115	5500	0.958
19	Musi VI	5742	-	-	-	-	2800	0.488

**Perbandingan Kondisi Tingkat Pelayanan Jaringan Jalan Kota Palembang Tahun 2014 s,d 2019**

Kondisi pelayanan jaringan jalan di Kota Palembang berupa rata- rata dari nilai *Degree of Saturated* (VCR), panjang perjalanan dan kecepatan rata-rata dengan kondisi jaringan tahun 2014 (eksisting) , 2017 (ada Jembatan Musi IV) dan 2019 (Ada Jembatan Musi IV dan VI) pada tahun yang ditinjau diperlihatkan pada Gambar 7, 8 dan 9.



**Gambar 7.** Derajat Kejenuhan Rata-rata



**Gambar 8.** Panjang Perjalanan Rata-rata

Gambar 7, 8 dan 9 di atas memperlihatkan pembangunan Jembatan Musi IV pada 2017 dan Jembatan Musi VI pada 2019 mutlak diperlukan untuk mengurai dan mengurangi secara berarti kepadatan lalu lintas, mengurangi panjang perjalanan dan meningkatkan kecepatan rata rata di Kota Palembang. Kemacetan yang sangat parah akan terjadi di tahun 2017 maupun 2019 jika pembangunan Jembatan Musi IV dan Jembatan Musi VI tertunda pembangunannya.



Gambar 9. Kecepatan Rata-rata

## KESIMPULAN

1. Model transportasi Kota Palembang yang dikembangkan dapat merepresentasikan kondisi lalu lintas dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) antara volume lalu lintas hasil pemodelan dan volume lalu lintas hasil survei.
2. Pada kondisi eksisting (2014), didapat bahwa Jl. H.M. Ryacudu (Jembatan Ampera) sudah tidak mampu melayani pergerakan lalu lintas antara bagian hulu dan hilir Kota Palembang dan kemacetan terjadi di jalan-jalan utama kota.
3. Dalam lima tahun kedepan pembangunan Jembatan Musi IV yang beroperasi di tahun 2017 dan Jembatan Musi VI di tahun 2019 merupakan solusi untuk mendistribusikan lalu lintas dan mengurangi secara berarti kemacetan di Kota Palembang. Jika pembangunan kedua jembatan tersebut tertunda maka Kota Palembang akan mengalami kemacetan yang parah tahun pada 2017 maupun 2019.

## SARAN

Untuk mengatasi kemacetan di Kota Palembang, skenario pada studi ini difokuskan pada pembangunan jembatan baru untuk menyebarkan lalu lintas pada Jembatan Ampera yang telah jenuh. Jembatan Ampera merupakan satu-satunya jembatan penghubung bagian hulu dan hilir Kota Palembang. Kombinasi skenario pembangunan jembatan dan manajemen transportasi dapat di kaji untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

## REFERENCES

- Arliansyah, J., Nursalam, E., Yusuf, M. dan Agustine, M. 2009. Studi Pengembangan Sarana dan Prasarana Transportasi di Kota Palembang Dalam Rangka Mewujudkan Pelayanan Transportasi Kota yang Optimal (Tahun 1). Laporan Akhir Hibah Strategi Nasional.
- Arliansyah, J., Nursalam, E., Yusuf, M. dan Agustine, M. 2010. Studi Pengembangan Sarana dan Prasarana Transportasi di Kota Palembang Dalam Rangka Mewujudkan Pelayanan Transportasi Kota yang Optimal (Tahun 2). Laporan Akhir Hibah Strategi Nasional.
- Intel-Tech. 2006. *System For Traffic Demand Analysis- STRADA Version 3*. Tokyo, Japan.

- Tambun, Firman. J. 1998. *Perencanaan Transportasi Kota, Pelatihan Perencanaan Transportasi-HEDS JICA, USU Medan.*
- Tamin, Ofyar Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi.* Penerbit ITB Bandung.
- Bappeda Kota Palembang, 2010. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Palembang.*

## PERAN KEBIJAKAN TRANSPORTASI UNTUK MENDUKUNG AKSESIBILITAS DAN MOBILITAS PADA PENGEMBANGAN WILAYAH PERKOTAAN

**Ircham**  
Mahasiswa Pasca Sarjana  
Jurusan Teknik Sipil dan  
Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-524712(F):0274-  
524713  
Email: irc276@yahoo.co.id

**Ahmad Munawar**  
Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik  
Transportasi Jurusan Teknik Sipil  
dan Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-524712(F):0274-524713  
Email: munawar@tsipil.ugm.ac.id

**Imam Muthohar**  
Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik  
Transportasi Jurusan Teknik Sipil  
dan Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-524712(F):0274-524713  
Email: [imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

### Abstract

A highly urbanization and private vehicle ownership has led to the development of cities becomes unmanageable as well as tends to be urban sprawl. Moreover, congestion, pollution and fossil fuels consumption are increased, along with the decreasing of the feasibility habitation as well. Therefore, we need to manage its growth by applying the right policies. One of them is green belt, which is rounding the existing city by green area. Furthermore, the developments of new settlement are directed outside the green belt and become satellite cities to the major cities. The increasing of urbanization, make the demand in transportation will be increased as well; the requirements of accessibility and mobility have to be supported to keep them running well. Comparative analysis method is used in this research by determining policy transportation as a result of comparing transport policies from among these countries: China, Dutch, England, Malaysia and Indonesia. Transportation policies that are proposed including: restrictions on the amount of ownership of a vehicle, the construction of facilities 'park and ride' outside the green belt and public transport facilities towards the city center using railway or bus station in an integrated area services concept. Thus, it will allow the enhancement of accessibility and mobility of citizens.

**Keywords** : *urban sprawl, green belt, park and ride, accessibility, mobility*

### Abstrak

Tingginya urbanisasi dan kepemilikan kendaraan pribadi telah mendorong perkembangan kota menjadi tidak terkendali dan cenderung menjadi *urban sprawl*. Ditambah pula, kondisi kemacetan, polusi dan konsumsi bahan bakar fosil juga ikut meningkat, diiringi dengan turunnya kelayakan huni kota. Oleh karena itu, perlu adanya penataan pertumbuhannya dengan mengaplikasikan kebijakan yang tepat. Salah satunya adalah kebijakan sabuk hijau, yaitu mengelilingi kota yang ada dengan daerah hijau. Lebih jauh, pembangunan pemukiman baru diarahkan di luar sabuk hijau dan menjadi kota satelit bagi kota utama. Meningkatnya urbanisasi, membuat tingkat kebutuhan transportasi juga ikut naik, dimana kebutuhan aksesibilitas dan mobilitas perlu didukung agar tetap lancar. Metode analisis komparatif dipakai untuk menentukan kebijakan transportasi mana yang sesuai, dengan membandingkan kebijakan transportasi yang diambil beberapa negara terpilih: China, Belanda, Inggris, Malaysia, dan Indonesia. Kebijakan transportasi yang disarankan antara lain: pembatasan jumlah kepemilikan kendaraan, pembangunan fasilitas *park and ride* di luar sabuk hijau dan fasilitas angkutan umum menuju pusat kota dengan lokasi stasiun kereta api atau bus dalam satu area pelayanan terintegrasi, sehingga dapat meningkatkan kelancaran aksesibilitas dan mobilitas penduduk perkotaan.

**Kata kunci** : *urban sprawl, sabuk hijau, park and ride, aksesibilitas, mobilitas*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya urbanisasi dan naiknya jumlah kepemilikan kendaraan yang pesat, diyakini menjadi penyebab terjadinya berbagai permasalahan transportasi dan kurang tertibnya tata guna lahan perkotaan. Masalah yang timbul tersebut antara lain adalah perkembangan kota

yang tidak terkendali (*urban sprawl*), kemacetan lalu lintas, polusi udara, meningkatnya pemakaian bahan bakar fosil, dan meningkatnya jumlah kecelakaan. Harus disadari bahwa seiring dengan pertumbuhan ekonomi perkotaan, maka jumlah permintaan perjalanan akan bertambah, yang berarti pula terjadi kenaikan mobilitas di kawasan perkotaan tersebut.

Pertumbuhan mobilitas perkotaan yang tidak dikelola dengan baik, tidak hanya akan menambah permasalahan tersebut di atas namun juga menghambat laju pertumbuhan ekonominya. Oleh karena itu, untuk memutus mata rantai dampak sistemik ini perlu dilakukan pengendalian 2 (dua) sisi kebijakan terpadu, yaitu: kebijakan transportasi dan kebijakan perencanaan pengembangan lahan (tata guna lahan) perkotaan. Transportasi dan tata guna lahan selalu terkait, apa yang terjadi (perubahan) pada tata guna lahan akan berdampak pula pada transportasi, sebaliknya setiap pergerakan transportasi akan berpengaruh pada tata guna lahan (Susan, 1996). Sinha (2003) menambahkan bahwa kebijakan mengenai tata guna lahan, harga, dan faktor teknologi yang dapat mempengaruhi keberlanjutan transportasi perkotaan.

Jika pengembangan guna lahan, akibat tingginya permintaan ekonomi pasar, tidak terkendali atau tidak terencana dengan baik, maka pembangunan infrastruktur transportasi pada fase pengembangan atau pembangunan baru akan mengalami kendala besar, sehingga pada akibatnya mobilitas warga menjadi terganggu (LUO Ming dkk, 2008). Berlatar belakang pada berbagai kondisi di atas, penelitian ini bertujuan untuk mencari bentuk kebijakan transportasi yang sesuai dan terpadu dengan tataguna lahan yang digunakan dalam upaya pengendalian pertumbuhan perkotaan, sehingga dapat mendukung kelancaran aksesibilitas dan mobilitas warga perkotaan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Kebijakan transportasi**

Kebijakan transportasi yang diambil oleh beberapa negara dapat berbeda-beda tergantung kondisi dan karakteristik di negara atau wilayah masing-masing. Sebagai contoh kasus: Beberapa kota di China mulai membatasi penggunaan sepeda motor dan mendorong penggunaan sepeda untuk menunjang pergerakan di perkotaan, Belanda mempromosikan pemakaian sepeda untuk perjalanan pendek, demikian juga di Jerman, tingginya jumlah kepemilikan kendaraan pribadi diimbangi dengan angkutan umum yang terintegrasi, aman, nyaman, bersepeda, dan jalan kaki (Buehler and Pucher, 2009). Pada prinsipnya implementasi kebijakan transportasi adalah untuk memberikan pelayanan transportasi yang baik, handal, aman, nyaman, murah, dan berkelanjutan sehingga dapat meningkatkan mobilitas masyarakat. Selain itu juga mengurangi kemacetan, polusi, kecelakaan dan meningkatkan ekonomi masyarakat perkotaan.

### **Park and Ride**

Salah satu kebijakan transportasi yang dilakukan untuk mengurangi kepadatan lalu lintas di pusat kota adalah kebijakan *park and ride*. Pengguna mobil pribadi memarkir kendaraannya di taman parkir di luar kota saat berangkat kerja menuju kantor, kemudian berpindah ke angkutan umum (bus atau kereta api) menuju pusat kota. Kendaraan tersebut akan digunakan lagi pada saat mereka pulang kerja menuju rumah masing-masing. Kebijakan *park and ride* ini banyak dilakukan di berbagai negara, seperti Amerika, Eropa,

Asia termasuk di Indonesia. Agar *park and ride* menarik dan memudahkan orang untuk berpindah ke angkutan umum, maka lokasi *park and ride* harus sedekat mungkin dengan fasilitas angkutan umum. Chen dkk (2012) menyatakan bahwa lokasi *park and ride* harus berjarak maksimal 500 meter dari stasiun kereta api. Jarak yang dekat atau bahkan menyatu dengan fasilitas angkutan umum, tidak hanya memudahkan orang berpindah ke angkutan umum, namun juga akan menekan biaya dan menjadikan angkutan umum lebih menarik. Hal ini akan menjadi pendorong orang untuk menjadikan angkutan umum sebagai bagian dari setiap perjalanannya, sehingga berdampak pada pengurangan tingkat kemacetan sebagai efek dari penggunaan kendaraan pribadi. Menurut Bixby (1988) dalam Chen dkk (2012), konsep *park and ride* sudah digunakan sejak era 1930 sebagai alat untuk mengelola atau mengendalikan tingkat permintaan transportasi atau dikenal dengan kebijakan *Transport Demand Management* (TDM).

### **Pembatasan kepemilikan kendaraan pribadi**

Salah satu kebijakan transportasi yang cukup sulit diterapkan di kota atau negara yang memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi tinggi adalah pembatasan jumlah kepemilikan kendaraan pribadi. Tujuan utamanya adalah mengendalikan tingkat layanan kinerja jaringan jalan di kawasan perkotaan terutama pada saat jam-jam sibuk. Kasus di China menunjukkan dampak dari meningkatnya perekonomian China menyebabkan jumlah kepemilikan kendaraan pribadi meningkat lebih dari 20 (dua puluh) kali lipat, dari 5,54 juta kendaraan di Tahun 1990 menjadi sejumlah 105,78 juta kendaraan pada Tahun 2011 (Peng dkk, 2012). Sementara di Beijing meningkat lebih dari 4 (empat) kali yaitu dari 1 juta kendaraan di Tahun 1997 menjadi 4,47 juta kendaraan pada Tahun 2010. Kendaraan pribadi selain sebagai alat transportasi juga menjadi simbol status social atau keberhasilan seseorang di bidang ekonomi. Pesatnya urbanisasi dan meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan ini menjadi problem bagi pengembangan transportasi umum perkotaan, penyediaan perumahan yang terjangkau, dan infrastruktur pendukung lainnya.

Pemerintah China merasa perlu melakukan pembatasan jumlah kepemilikan kendaraan pribadi mulai Tahun 2010 di Beijing dengan memberlakukan kebijakan pembatasan pembelian mobil baru. Jumlah yang boleh dibeli hanya 240.000 mobil pada Tahun 2011. Jumlah ini merupakan sepertiga dari kendaraan yang tercatat di Tahun 2010, dan plat nomer kendaraan baru dilakukan dengan sistem undian. Kebijakan ini diikuti oleh kota-kota besar lainnya di China. Selain pembatasan jumlah kendaraan pribadi, tarif parkir juga dinaikkan, pada saat yang sama Pemerintah Kota Beijing memberikan harga tiket angkutan umum yang murah untuk mendorong orang menggunakan angkutan umum. Tentu saja Pemerintah harus meningkatkan angkutan umum yang ada, baik jalur, frekuensi, kualitas maupun keamanan dan kenyamanannya. Kasus di Shanghai, kota besar lainnya di China juga melakukan hal yang sama, selain itu juga menganjurkan komuter untuk menggunakan fasilitas *park and ride*. Meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan akan mendorong pertumbuhan kota ke arah 'urban sprawl'.

Negara Indonesia sampai saat ini belum melakukan pembatasan jumlah kepemilikan kendaraan pribadi, disebabkan oleh belum adanya *political will* yang kuat dari para pemangku kepentingan di sektor transportasi termasuk dunia industri otomotif nasional. Pemberlakuan kebijakan ini dipandang berhasil jika alternatif kebijakan lain seperti perbaikan layanan angkutan umum yang ada supaya lebih menarik dari sisi harga, waktu,

dan pelayanan dapat diwujudkan untuk menarik pengguna kendaraan pribadi menggunakan angkutan umum.

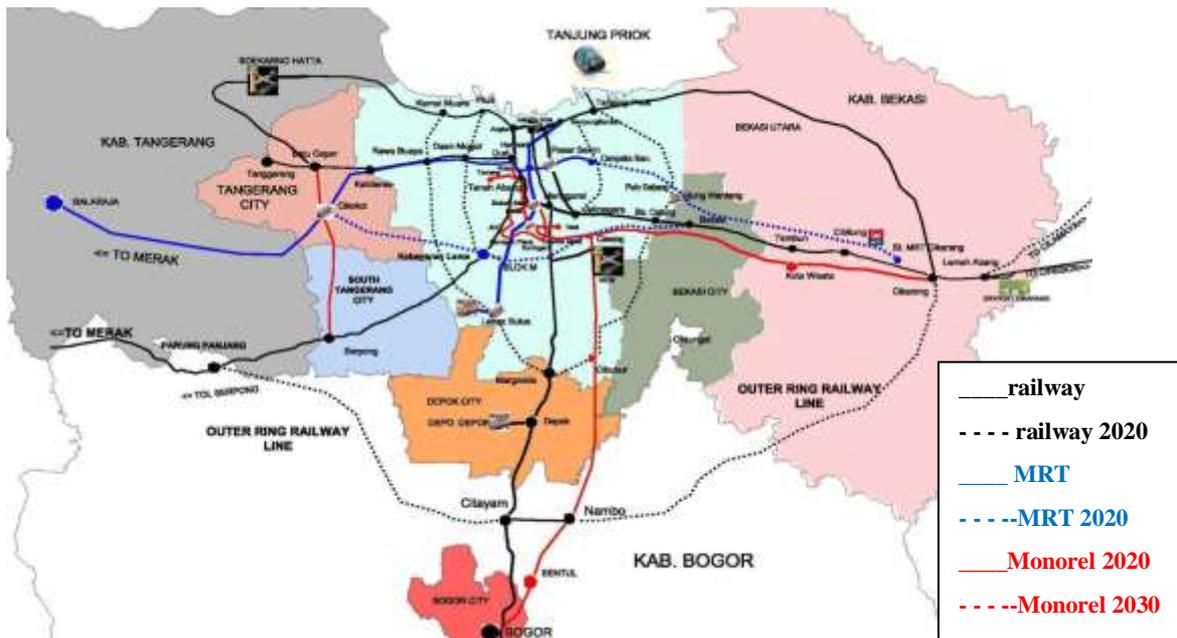
### **Angkutan Komuter**

Adanya kesempatan kerja yang lebih besar di kawasan perkotaan menyebabkan terjadinya peningkatan urbanisasi, yang menyebabkan meningkatnya jumlah permintaan akan transportasi di perkotaan, sehingga perlu dikembangkan angkutan umum perkotaan. Angkutan komuter diselenggarakan terutama untuk melayani masyarakat yang tinggal di pinggiran kota atau di kota-kota pendukung sekitar kota utama, yang bekerja di kota utama. Moda transportasi massal yang digunakan dapat berupa bus atau kereta api. Di China kedua jenis angkutan tersebut digunakan, yaitu bus dan kereta api, terutama di kota-kota besar. Pemerintah China sekarang mengembangkan 'Urban Metro Rail System' di 6 (enam) kota besar, yaitu, Beijing, Shanghai, Tianjin, Guangzhou, Shenzhen, dan Nanjing dan akan disusul 28 (dua puluh delapan) kota lainnya (Peng dkk, 2012).

Jakarta sudah mengembangkan angkutan komuter berbasis kereta sejak era 1990-an dengan memanfaatkan listrik sehingga moda angkutannya berbentuk Kereta Rel Listrik (KRL). Terjadi lonjakan jumlah penumpang yang tinggi ketika kebijakan penyesuaian tarif ekonomi diberlakukan. Tercatat tidak kurang dari 600.000-700.000 penumpang per hari pada tahun 2013-2014 diangkut dengan moda ini dan diproyeksikan dapat mengangkut 1,2 juta penumpang perhari pada tahun 2018 (Djuraid, 2013). Mulai 1 Juni 2014, PT.KAI meningkatkan jumlah perjalanan kereta komuter dari 589 perjalanan per hari menjadi 645 perjalanan perhari dan mulai beroperasi dari jam 04.00 sampai jam 23.30 dengan 56 rangkaian kereta komuter.

Kereta komuter ini mengangkut penumpang dari wilayah Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi menuju Jakarta. Supaya kereta komuter ini lebih mudah dijangkau penumpang, maka letak stasiun diusahakan sedekat mungkin dengan fasilitas *park and ride*. Atau sebaliknya, pada stasiun yang sudah ada, dibangun fasilitas *park and ride* sehingga pengguna kendaraan pribadi mudah untuk berpindah ke kereta komuter. Rencana pengembangan kereta komuter di Jabodetabek 2020 dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini (Ditjen Perkeretaapian, 2012).

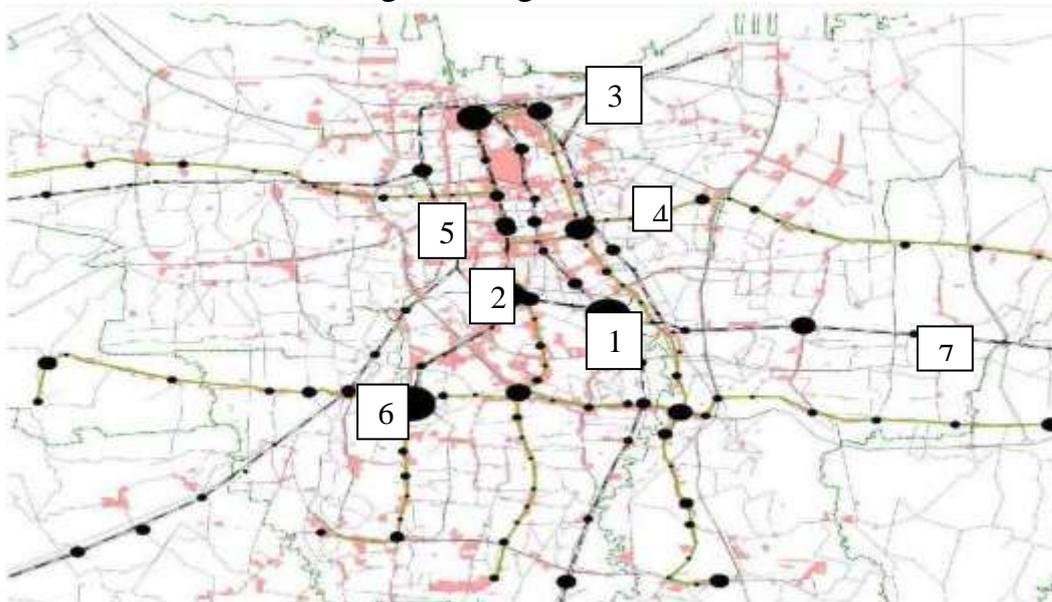
## KONSEP MASTERPLAN PERKERETAAPIAN JABODETABEK 2020



**Gambar 1.** Rencana pengembangan kereta komuter Jabodetabek 2020

Selain itu, kereta komuter berintegrasi dengan moda angkutan yang lain untuk memberi kemudahan bagi penumpang berpindah moda, dapat dilihat pada Gambar 2.

Integrasi dengan moda lain:



**Gambar 2.** Integrasi kereta komuter dengan moda lainnya

Keterangan:

1. Stasiun Manggarai (KA Antar Kota – KA Perkotaan – KA – Bandara – Busway)

2. Stasiun Dukuh Atas atau Sudirman (Commuter Line – KA Bandara – MRT N/S – Busway)
3. Stasiun Kampung Bandan (Commuter Line – MRT N/S – Busway)
4. Stasiun Ps. Senen (Commuter Line – MRT E/W – Busway)
5. Stasiun Tanah Abang (Commuter Line – KA Bandara)
6. Rencana St. Lebak Bulus (MRT N/S – Busway)
7. Stasiun Cikarang (Commuter Line – MRT E/W)

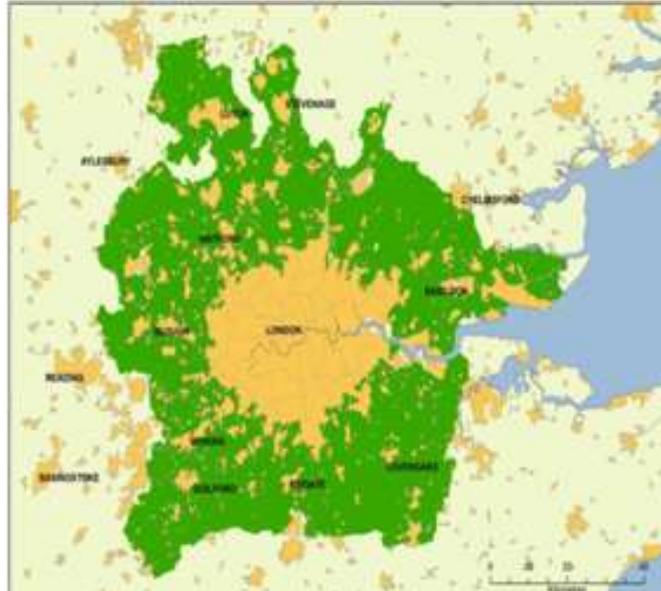
### **Kebijakan Tata Guna Lahan**

Sebagaimana diuraikan pada awal paparan, tata guna lahan dan transportasi saling terkait dan berinteraksi satu sama lain, dimana perubahan yang terjadi pada tata guna lahan akan berpengaruh pada transportasi, demikian juga sebaliknya, perubahan transportasi akan berpengaruh terhadap pola tata guna lahan. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan urbanisasi, maka kebutuhan lahan untuk perumahan dan infrastruktur dan kebutuhan transportasi juga meningkat. Hal ini menyebabkan perkembangan kota sering menjadi tidak terkendali sehingga menyebabkan terjadinya ‘urban sprawl’, polusi udara, kemacetan lalu lintas dan peningkatan pemakaian energi (Peng dkk, 2012) yang pada akhirnya akan menyebabkan menurunnya kualitas kehidupan masyarakat perkotaan.

### **Green Belt**

Kebijakan sabuk hijau (*green belt*) adalah kebijakan Pemerintah Inggris yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan kota. Tujuan dasar dari kebijakan sabuk hijau adalah untuk mencegah terjadinya ‘urban sprawl’ dengan cara: mempertahankan kota yang sudah ada, kemudian kota dilingkari dengan daerah hijau, sedangkan pembangunan pemukiman baru diarahkan di luar sabuk hijau (kota satelit). Hal ini dilakukan dengan menjaga tanah tetap terbuka dan pada sabuk hijau ini dimanfaatkan antara lain untuk pertanian, konservasi alam bahkan untuk rekreasi. Dengan demikian, kota tetap nyaman dan aman untuk dihuni, dan daerah pemukiman baru menjadi satelit dan penyangga bagi kota utama. Pada Tahun 2010 paling tidak terdapat 14 (empat belas) kota di Inggris yang sudah menerapkan kebijakan sabuk hijau, yaitu ;

London (metropolitan), Avon, Burton/ Swadlincote, Cambridge, Gloucester/Cheltenham, NorthWest, Nottingham/Derby, Oxford, Hampshire/Dorset, South & West Yorkshire, Stoke-on-Trent, Tyne & Wear, West Midland dan York (CPRE, 2010).



**Gambar.3.** Sabuk hijau Kota London

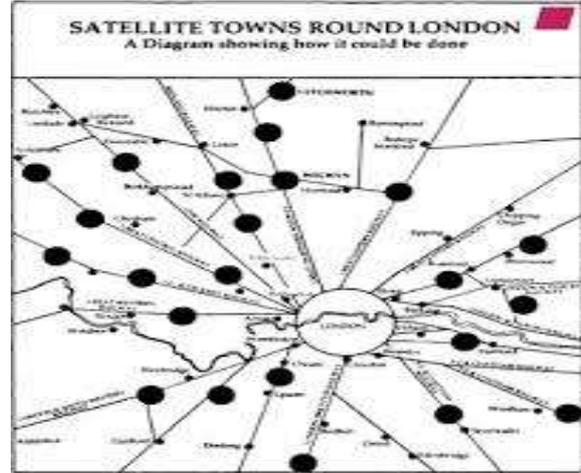
Total luas sabuk hijau di Inggris mencapai 1,6 juta hektar atau sama dengan 13% dari seluruh luas Negara Inggris yang mencapai 13.050.388 hektar. Sementara di Kota London luas sabuk hijau mencapai 484.173 hektar atau 3,7% dari luas Negara Inggris. Indonesia belum menerapkan kebijakan sabuk hijau, sehingga banyak kota yang berkembang dan hampir menyatu antara kota utama dengan kota-kota penyangga di sekitarnya. Contohnya adalah Kawasan Perkotaan Jakarta dengan kota sekitarnya, yaitu Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi saat ini sudah menjadi satu kawasan. Demikian juga kota-kota besar lain di Indonesia mengalami hal yang sama, antara Jogjakarta-Klaten-Kartasura-Solo sudah hampir tidak kelihatan batasnya, karena semua sudah menjadi bangunan.

### **Kota Satelit**

Kota satelit adalah kota kecil di sekitar kota utama, meskipun mandiri, tetapi masih tergantung dari kota utama. Kota satelit dibangun untuk membagi beban kota karena perkembangan jumlah penduduk atau bangunan fisik lainnya. Kota satelit biasanya merupakan kota penyangga bagi kota utama, karena itu penduduknya adalah para komuter. Untuk Indonesia contohnya adalah Kota Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi, yang direncanakan sebagai kota mandiri, tapi penghuninya bekerja masih di Jakarta, sehingga pada waktu berangkat dan pulang kerja ikut memadati jalan-jalan menuju Kota Jakarta sehingga menambah kemacetan di jalan (Gambar 4). Kota satelit di Inggris letaknya di luar sabuk hijau, sehingga dibutuhkan infrastruktur transportasi yang handal untuk melayani para komuter atau pengguna lain dari kota satelit menuju pusat kota utama dan sebaliknya, sebagaimana disajikan pada Gambar 5.



**Gambar.4** Kota Jakarta dengan satelitnya



**Gambar.5** Kota London dengan satelitnya

Bentuk pengembangan tata guna lahan lain adalah mengacu pada konsep *smart growth* yaitu dengan membuat kota lebih 'compact', dengan pengembangan angkutan umum 'multi moda' (Litman, 2014). Setiap bentuk tata guna lahan punya dampak yang berbeda pada sosial, ekonomi dan lingkungan yang berbeda pula termasuk dampak terhadap transportasi. Contoh nyata aplikasi konsep ini adalah *Transit Oriented Development* (TOD).

Transit Oriented Development (TOD) didefinisikan sebagai pengembangan suatu fasilitas serba guna bagi suatu komunitas tertentu sehingga mendorong mereka untuk tinggal di dekat layanan transit transportasi dan mengurangi ketergantungannya terhadap penggunaan kendaraan pribadi (Stead, 2001). Hunian campuran, kantor, ruang terbuka dan kegiatan masyarakat dalam TOD berada pada lingkungan pejalan kaki, sehingga menjadikan nyaman bagi warga untuk melakukan perjalanan dengan transit, sepeda, berjalan kaki, maupun dengan kendaraan pribadi. TOD diterapkan untuk mengatasi berbagai masalah yang muncul terkait aktivitas transportasi dan tata guna lahan seperti kemacetan akibat penggunaan kendaraan pribadi yang terlalu banyak, *urban sprawl* akibat penggunaan lahan yang sembarangan, menurunnya kualitas lingkungan akibat polusi udara. Untuk mengatasi berbagai masalah tersebut maka diterapkan TOD. Tujuan utama dari penerapan TOD adalah untuk meningkatkan mobilitas penduduk dengan mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi dan dengan mendorong penggunaan moda alternatif transportasi seperti angkutan, berjalan kaki, dan bersepeda (Dempsey, 2005).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk-bentuk kebijakan transportasi yang dapat mendukung kelancaran aksesibilitas dan mobilitas di kawasan perkotaan. Kompilasi hasil penelitian ini akan menjadi landasan bagi penelitian tahap selanjutnya untuk mengembangkan formulasi kebijakan transportasi agar dapat berfungsi lebih optimal serta dapat diimplementasikan bagi kota-kota skala menengah dan kota besar serta metropolitan. Studi literatur mengenai berbagai bentuk kebijakan transportasi, proses penyusunan,

pelaksanaan serta dampaknya ditelusur melalui hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Metode analisis komparatif dipakai untuk menentukan kebijakan transportasi mana yang sesuai, dengan membandingkan kebijakan transportasi yang diambil beberapa negara terpilih: China, India, Belanda, Inggris, Malaysia, dan Indonesia.

## **ANALISIS PERAN KEBIJAKAN TRANSPORTASI**

Penerapan kebijakan 'Green Belt' mempunyai beberapa keuntungan dan kekurangan. Keuntungannya adalah bentuk kota tetap terjaga sebagai kota layak huni, bebas kemacetan dan polusi, karena pemukiman baru diarahkan di luar sabuk hijau. Dampaknya akan terjadi kota-kota satelit di sekitar kota utama. Kekurangannya adalah diperlukan infrastruktur transportasi baru untuk mendukung mobilitas dan aksesibilitas warga kota satelit menuju kota utama, karena penduduk kota satelit ini umumnya adalah para komuter yang bekerja di kota utama. Angkutan umum yang handal dan murah dari kota satelit menuju kota utama dan sebaliknya perlu diadakan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi pemakaian kendaraan pribadi masuk ke kota utama, yang berarti mengurangi kemacetan dan polusi. Angkutan umum komuter ini dapat berupa bus atau kereta api, untuk daerah dengan penduduk yang padat, kereta komuter lebih tepat karena dapat mengangkut banyak penumpang dan murah. Jadwal operasi angkutan umum komuter ini harus dapat mengakomodasi kepentingan warga, sehingga warga tidak kesulitan mencari angkutan umum kalau ada kepentingan lainnya di luar kerja. Selain itu, angkutan umum multi moda perlu dikembangkan, untuk mempermudah mobilitas dan memberi pilihan kepada warga atau pelaku komuter serta menarik *choice users* untuk menggunakan angkutan umum.

Pembangunan *park and ride* di area stasiun atau terminal angkutan umum di luar sabuk hijau, akan memudahkan orang berpindah ke angkutan umum. Area stasiun dan sekitarnya perlu dibangun fasilitas-fasilitas lain seperti; pusat perdagangan atau pertokoan, hotel, tempat ibadah, rekreasi dan lain-lain, seperti halnya yang sekarang dikenal dengan istilah 'superblock', yaitu satu lokasi yang dibangun untuk macam-macam kegiatan, mulai perkantoran, rumah tinggal atau apartemen, mal, dan tempat rekreasi, yang intinya semua kegiatan ada dalam satu lokasi atau kawasan, tetapi tentunya dalam skala lebih kecil. Implementasi TOD merupakan contoh konsep yang sesuai dikembangkan di kawasan perkotaan. Hal ini selain menarik, memudahkan mobilitas warga, juga akan meningkatkan perekonomian wilayah di sekitarnya.

Kebijakan pembatasan kepemilikan kendaraan seperti di China tidak mudah dilakukan, perlu mempertimbangkan banyak hal, karena terkait dengan pemasukan keuangan negara dan penyediaan lapangan kerja dan sebagainya, terutama di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia dan Malaysia. Kebijakan yang dapat digunakan adalah yang terkait dengan pembatasan pemakaian, seperti; penerapan pajak kepemilikan yang tinggi, pajak bahan bakar, parkir mahal, 'three in one', 'smart card', dan tol. Tentu saja jika pembatasan kepemilikan kendaraan ini dapat dilakukan, hal ini sangat baik dan diimbangi dengan penyediaan angkutan umum yang handal. Pemakaian sepeda untuk jarak pendek perlu digencarkan, karena anti polusi dan menyehatkan, seperti di Jogja Pemerintah Daerah mempromosikan 'Sego Segawe', yang artinya sepeda untuk sekolah dan bekerja.

Diperlukan dukungan semua pihak, baik Pemerintah Pusat, Pemerintah Propinsi, dan Pemerintah Kota atau Kabupaten dalam menjalankan kebijakan transportasi, hal ini supaya dapat terimplementasi dengan baik dan mampu menyelesaikan masalah-masalah yang timbul terkait interaksi antara tata guna lahan dan transportasi. Mengingat infrastruktur transportasi dan tata guna lahan ini membutuhkan investasi yang besar, konstruksi manajemen yang kompleks, masalah lingkungan, dan keberlanjutan operasionalnya, maka koordinasi dan kerjasama para pihak terkait harus terus terjaga dengan baik.

## KESIMPULAN

1. Sistem sabuk hijau (*green belt*) adalah salah satu cara pengendalian pertumbuhan atau pengembangan kota agar tidak menjadi 'urban sprawl' dan menjaga kelestarian lingkungan. Pembangunan pemukiman baru diarahkan di luar sabuk hijau dan menjadi kota satelit bagi kota utama, yang memerlukan infrastruktur transportasi baru yang menjamin aksesibilitas dan mobilitas warga kota satelit ke kota utama dan sebaliknya.
2. Peran kebijakan transportasi dalam mendukung pengembangan kota antara lain; pembuatan fasilitas *park and ride*, penyediaan angkutan umum massal terintegrasi berbasis jalan rel khusus kota berpenduduk lebih dari 1 juta jiwa, pembatasan kepemilikan kendaraan pribadi, dan promosi penggunaan sepeda dan jalan kaki untuk mendukung pembangunan kota berkelanjutan.
3. Mengingat kebijakan transportasi sangat berdampak pada tata guna lahan serta sebaliknya, maka untuk menjamin agar kebijakan transportasi yang diambil dapat disesuaikan dengan tata guna lahan masing-masing wilayah, dan diperlukan kerja sama dan koordinasi serta pengawasan dari para pihak terkait supaya kebijakan transportasi berjalan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buehler, Ralph; Pucher, John, 2009, *Sustainable Transport that Works; Lesson from Germany*, World Transport Policy Volume 15, No.1.
- Chen, Xin Yue; Yang, Xiao, Kuan, Xu, Zhi, 2012, *Location Configuration Design of New Park and Ride Facilities in Beijing, China*, ASCE
- CPRE, 2010, *Green Belt: a greener future*, a joint report by CPRE and Natural England
- Dempsey, N., Mike., J., 2005, *Future Forms and Design for Sustainable Cities*, Architectural Press, Oxford.
- Direktorat Jendral Perkeretaapian, 2012, *Masterplan Perkeretaapian Jabodetabek 2020*, Kementerian Perhubungan, Jakarta
- Djuraid, H.M., 2013, *Jonan & Evolution Kereta api Indonesia*, PT Mediasuara Shakti Jakarta
- Litman, Todd, 2014, *Evaluating Transportation Land Use Impact*, Victoria Transport Policy Institute
- Lou, Ming, Zhao, Yan-feng, Chen, Yan-yan, Liu, Xiao-ming, 2008, *Study of Coordination Between Urban Transportation and Land Use*, ASCE
- Peng, Zhong-Ren, Sun, J., Lu, Qing-Chang, 2012, *China's Public Transportation: Problem's, Policies, and Prospective of Sustainability*, ITE Journal

Sinha, Kumares, C., 2003, Sustainability and Urban Public Transportation, *Journal of Transportation Engineering*

Stead, Dominic, Stephen Marshall, 2001, The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation, artikel dalam *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1, no. 2 (2001), pp. 113 – 141

Susan, Hanson, 1996, *The Geography of Urban Transportation*, Second Edition

## DEVELOPING COUNTRIES AND PUBLIC TRANSPORT: ISSUES AND CHALLENGES

**Rudi SugionoSuyono**

PhD Student

Faculty of Civil and Environmental Engineering,  
Institut Technology of Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
[rudi.s.suyono@gmail.com](mailto:rudi.s.suyono@gmail.com)

**Sony S. Wibowo**

Assc. Professor

Faculty of Civil and Environmental Engineering,  
Institut Technology of Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
[sonnyssw@hotmail.com](mailto:sonnyssw@hotmail.com)

**Ofyar Z. Tamin**

Professor

Faculty of Civil and Environmental Engineering,  
Institut Technology of Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
[ofyarz@gmail.com](mailto:ofyarz@gmail.com)

**HeruPurboyo HP**

Assc. Professor

School of Architecture, and Policy Planning Institut  
Technology of Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung  
[purboyohp@gmail.com](mailto:purboyohp@gmail.com)

### Abstract

Today motorization happens quite fast even faster in many cities in the world. The number of motor vehicles in the world is expected to reach about 1.3 billion by 2020, more than double the current number. In the case of Indonesia, in the past three decades, motorization and urbanization has become a trend in many cities - metropolitan city. Unlike developed countries, most developing countries do not have a mass transit system that adequate to suppress the increase in motorization in urban areas. This research try mapping issues and challenges of public transport plan, implementation and operation in developing countries by literature study's methodology. Finding of this study, at least, there are 5 (five) issues in the relation with public transport in developing countries i.e. sustainability impact issues, multi-faceted actor in the public transport implementation (organization and institutional issues), need of public transport appraisal in strategic level issues, funding (budget constraint) issues, and competition and regulation issues. Then, there are some challenges of public transport implementation such as problem of political organization, problem of integrated transport planning, continuing need to develop appropriate pricing and charging devices and financing instruments, the matter of industrial structure, the issue of competitive system design, the perceived problem of affordability and problem of strategic choice, particularly in urban areas.

**Key word:** public transport, developing countries, issues, challenges

### Abstrak

Tingkat motorisasi akhir – akhir ini terjadi sangat pesat di banyak kota di dunia. Jumlah kendaraan bermotor di dunia diperkirakan mencapai 1,3 milyar pada tahun 2020, yang berarti 2 kali dari jumlah saat ini. Dalam kasus Indonesia, dalam tiga decade terakhir, motorisasi dan urbanisasi menjadi di banyak kota khususnya di kota – kota metropolitan. Berbeda dengan Negara maju, kebanyakan Negara berkembang tidak memiliki system transportasi massal yang memadai dalam upaya menekan motorisasi di wilayah perkotaan. Penelitian ini mencoba memetakan berbagai isu dan tantangan dari suatu rencana, implementasi dan pelaksanaan system transportasi massal di negara – Negara berkembang dengan menggunakan pendekatan kajian literatur. Temuan dari studi ini adalah paling tidak terdapat 5 (lima) isu terkait implementasi system transportasi massal di Negara berkembang yaitu isu dampak terhadap konsep pembangunan berkelanjutan, adan ya banyak actor yang terlibat dalam implementasi transportasi massal (isu system organisasi dan institusi), isu kebutuhan suatu appraisal dalam tingkatan strategis, isu pendanaan (keterbatasan anggaran) serta isu kompetisi dan regulasi. Selanjutnya, terdapat beberapa tantangan meliputi masalah poliktik, masalah keterpaduan system transportasi massal, masalah intrumen pembiayaan yang sesuai, masalah perancangan system operasi yang kompetitif serta masalah penentuan pilihan – pilihan strategis, khususnya di wilayah perkotaan.

**Kata kunci :** angkutanmassal, negaraberkembang, isu, tantangan

## **INTRODUCTION**

Today motorization happens quite fast even faster in many cities in the world. The number of motor vehicles in the world is expected to reach about 1.3 billion by 2020, more than double the current number. In the case of Indonesia, in the past three decades, motorization and urbanization has become a trend in many cities - metropolitan city. Lack of employment opportunities and public facilities outside major cities has led to rapid urbanization. In Indonesia, the urban population has increased significantly from 22.3 % in 1980 to 42 % in 2001, and it is estimated that by 2020 the urban population will reach 50 % -60 % of the national population (Kusbiantoro, BS, 1998) cited in (Susilo et al, 2007). In 2006, the population density in the Indonesian capital, Jakarta, is 13,526 people/km<sup>2</sup>, which is comparable to several other major cities in the world, such as Tokyo and New York with 13,333 and 10,292 people/km<sup>2</sup>. (Susilo et al, 2007)

This research tries to map issues and challenges of public transport plan, implementation and operation in developing countries by some literature reviews.

Unlike developed countries, most developing countries do not have a mass transit system that adequate to suppress the increase in motorization in urban areas. The need for movement and limited public transport services resulting in a middle-class motorists react with buying a car as fast as they could. (Sperling, 2002).

## **REVIEW OF PUBLIC TRANSPORT CONDITIONS**

Here are presented the results of the study of literature to various conditions of public transport in many developing countries, namely:

### **South East Asia Regions**

Urban transport in the newly industrialized countries in East Asia is dominated by the problems of the primate cities. The main ones – Seoul, Bangkok, Manila, Jakarta, Kuala Lumpur all have historically been dominated by road transport. Most have already engaged in programs of urban expressway construction. But all still have heavy congestion and poor environmental conditions. All pin their hopes for relief on the development of an urban rail transport system. The urban rail systems in these cities vary greatly both in their state of development, their commercial and economic viability, and their distribution between private and public sector. With the exception of the Korean cities, suburban railways are usually poorly operated by the national rail company and make little contribution to the urban transport network. For metros and LRTs, where cheap inter-governmental funding has been available construction has tended to be undertaken in the public sector (Pusan, Manila LRT2, the proposed Jakarta MRT), although even then the operations may be separately concessional to the private sector (Bangkok Blue Line). Where that is not the case, there has been a much greater reliance on private sector funding under BOT schemes (Manila LRT3, Bangkok BTS, KL STAR and PUTRA), usually with considerable government contribution or risk underwriting. (Gwilliam, Ken, 2000)

### ***Manila, Philippines***

Adopted from (Tiglao and Patdu, Jr, 2007) that the urban population of Metro Manila continues to expand along with high rates of suburbanization at adjoining municipalities. The public transportation system of Mega Manila is complicated with the sheer number of players in the public transport industry. For road-based public transport, the system consists of more than 600 public utility bus (PUB) operators maintaining about 5,000 units

plying some 70 routes and around 58,000 units of public utility jeepney (PUJ) plying some 600 routes. The rail-based public transport system consists of the network of LRT 1, LRT 2, MRT 3 and the PNR Commuter Line.

However, the existing system is far from optimal and adequate. The need for additional capacity and higher-level public transport service is reflected by the high demand for emerging modes, particularly AUV Express of FX (AUV). Presently, there are about 90,000 such units plying Mega Manila. The last extensive study on public transport system for Metro Manila was done in 1981 through the Metro Manila Urban Transport Improvement Project (MMUTIP), which was conducted by the then Ministry of Transportation and Communications (MOTC). The most recent comprehensive study, the Metro Manila Urban Transport Integration Study (MMUTIS), conducted in 1996 proposed several major improvements in road infrastructure and rail network system as part of its Master Plan for 2015. However, the situation regarding supply and demand of public transportation has changed dramatically in 10 years due to the rapid increase of population and the number of registered vehicles in Mega Manila. (Tiglao and Patdu, Jr, 2007)

### ***Kuala Lumpur, Malaysia***

Public transportation in Kuala Lumpur consists of buses, LRT (Light Rail Transit), monorail, airport express rail link, and commuter rail. The most serious issue concerning the public transportation system in Kuala Lumpur is a lack of focus and coordination at all levels throughout the system. (Schwarcz, Stacey, 2003)

According to (Das, M.A, et al, 2013) cited in (Schwarcz, Stacey, 2003), Kuala Lumpur Monorail was constructed in 1997, started with the construction of building facilities and runway depot building a monorail above ground (elevated) along the 8.6 km. Consisting of eleven station stops extending from the first station KL in Central Brickfields which is across the golden triangle and ends up TitiWangsa is eleventh station in TunRazak Street. Project transportation spends of RM 1,180 million and started operating on August 31, 2003 by the KL Infrastructure Group Company which holds the concession for 40 years operating monorail from the royal government of Malaysia. On May 15, 2007 with the financial crisis in the company, KL Monorail was taken over by Syarikat Prasarana Negara Berhad (SPBN), a Government Company under the Ministry of Finance. And subsequent operation carried out by KL Star Rail Sdn Bhd.

As a consequence of the lack of coordination at the government level there is a lack of integration at the system level between the various modes and within each mode. Infrastructure projects such as the LRT systems and the monorail were built without serious consideration of their role in the larger system. There are multiple bus companies but they do not serve as efficient feeder services to the light rail systems, nor do they coordinate with each other. Often there are multiple bus companies serving a single area and thus competing with each other, while other areas may have no service at all. Recently, due to these debts the government has been consolidating the company assets of several of these companies (including those of both LRT systems and at least one of the primary bus companies) under one company SPNB (Syarikat Prasarana Negara Berhad), which is a subsidiary of the Ministry of Finance. However, this company has been created for the express purpose of managing the assets and the infrastructure, and has not been charged with overseeing operations or the coordination of the system. There is talk of a coordination effort of some sort, but currently none exists, and it is unclear whether one will be implemented anytime in the near future. (Schwarcz, Stacey, 2003)

### ***Jakarta, Indonesia***

Jakarta is the most populous urban center in Indonesia. Home to approximately 3.9 million people in 1970, Jakarta's population had increase to 7.6 million in 1990 and is projected to grow to 17.2 million by the year 2015, making it one of the most populous cities in the world. A dramatic rise in urban migration over the past twenty years is the primary cause of Jakarta's rapidly growing population. The number of population was expected to grow continuously due to natural growth as well as migration for better expectation of economy and employment in the city. The significant increase in mobility of person and goods movement, number of motorized vehicle, and traffic volume would evolve in a way of such spatial distribution of population (Mochtar and Hino, 2006).

Urban Structure in Jakarta has two faces. First is the urban face located near with main roads and second the village face which located behind the urban face the variety of public transport in Jakarta. There are at least 3 (three) kind of mass transit system that planed will be developed in Jakarta (PT. LAPI ITB, 2013), i.e :

#### **1. Bus Rapid Transit**

TransJakarta is a bus rapid transit (BRT) system in Jakarta, Indonesia. It was the first BRT system in Southern and Southeast Asia. The TransJakarta system began operations on January 25, 2004. As of February 14, 2013 the 12th corridor was added officially, with 3 more currently corridors in progress.

#### **2. Jakarta MRT**

Since 1980 more than twenty-five general and special subject studies have been conducted related to possible Mass Rapid Transit (MRT) systems in Jakarta. One of the major reasons for the delays in tackling the problem was the economic and political crises of 1997-99.

#### **3. The Jakarta Monorail**

Jakarta Monorail is a planned 29 km (18 mi) two-line monorail system in Jakarta, Indonesia that is under construction and planned will open in 2015. The project was revived in February 2013 after earlier construction had started in 2004 but was abandoned in 2008 due to financial problems and legal disputes. The original monorail was planned to be two main lines. The whole system would have had the total of 29 km. The system was due to have an initial capacity of 10,000 passengers per hour per direction (pphpd) expandable to 30,000 pphpd. In the opening year, the Jakarta Monorail was planned to carry on average 274,000 people per day with plans to scale up capacity size quickly as the design capacity is set to carry 35,000 passengers per hour per direction.

However, various problems related to issues of budget constraints, political and institutional problems, and cause until now the construction of the MRT and monorail in particular becomes quite difficult to implement.

### ***Africa Regions***

Adopted from (Gwilliam, Ken, 2000) there is much in common in the story of passenger transport in many most post-colonial African countries. With the exception of South Africa all are dependent on road based modes. In most cases the traditional bus companies were nationalized in the process of decolonialization. This usually involved direct political control of fares. Initially they continued to operate without subsidy, but increasingly fell into deficit which was met by government on an open-ended basis.

Eventually governments ceased to be able to meet the deficits and the companies became unable to maintain vehicles with a consequential decline, first in quality and eventually in quantity of service. Eventually most of the public companies failed and were disbanded. In Sub-Saharan Africa outside South Africa, only three of the traditional public sector operators remain (SOTRAC in Dakar, SOTRA in Abidjan and ZUPCO in Harare) and all are slated for privatization. (Bultynck P, 1998) cited in (Gwilliam, Ken, 2000). Furthermore, (Gwilliam, Ken, 2000) describes that in North Africa, more traditional systems have survived, with public sector operation of buses in major cities such as Algiers and Tunis. In Cairo, the sole megacity in the region, the Cairo Transport Authority plans bus and minibus services throughout the Cairo region, and through its wholly owned subsidiary Greater Cairo Bus Company operates 1900 buses and 750 minibuses. In addition there are two publicly owned metro lines and a small light rail system. Between them these systems carry over 75% of public transport passengers. The remainder are carried by about 65,000 private sector minibuses (less than 17 seats), only 8,000 of which have route licenses, and only 60% of the drivers of which have licenses to drive their vehicles. The basic fare is frozen at a level which implies that a working poor family might spend between 15% and 20% of its income on travel. But the regime is not sustainable. Service frequency is low and waiting times long. Minibus fares are already three times the basic fare, and GCBC is being forced to increase the proportion of premium services (air-conditioned, express, etc.) on which the basic fare constraint does not apply. The rapid increase in the minibus market highlights the poor quality of the public services.

### **South Asia Regions**

In South Asia low incomes and high population densities might be expected to support a viable transit service. In practice, that has not been the case, with failures of public policy having serious adverse effects in most countries. Most commonly, the failure has initially taken the form of unrealistic fare regulation of conventional public sector bus services, and subsequently been compounded by inappropriate regulation of the emerging private sector. (Gwilliam, Ken, 2000)

#### ***India***

The best statistics for public transport in India are for suburban rail, because it is centrally owned and operated by Indian Railways. As shown in Figure 1, suburban rail usage has sharply increased over the past five decades, with a 14-fold growth in passenger km of travel (Indian Railways 2001) cited in (Pucher, John et al, 2004). There are no comprehensive national statistics on bus service supply, let alone the number of riders, but the fragmented statistics for individual cities suggest substantial growth. For example, in the 10 years from 1990 to 2000, there was an 86 percent increase in the size of Mumbai's bus fleet, and a 54 percent increase in Chennai's bus fleet. While the size of Delhi's public bus fleet actually fell, the number of private buses rose by almost twice as much, yielding a net 28 percent increase (Association of State Road Transport Undertakings 2002) cited in (Pucher, John et al, 2004).

On peak-hour trains, many passengers are forced to hang out doors and windows or to ride between train cars or even hang on the outsides of cars. Suburban trains and stations seem hopelessly overcrowded and desperately need expanded capacity. Buses in Indian cities are doubly disadvantaged by congested conditions. Buses themselves are seriously overcrowded, with some passengers forced to ride on the outsides of vehicles. In addition, however, buses must negotiate extremely congested, narrow streets, with no separate

rights-of-way at all, having to fight with a mixed array of animal-drawn carts, minivans, cars, taxis, motorized two-wheelers, auto rickshaws, pedestrians, cyclists, and street vendors. Severe roadway congestion has slowed down most buses to a crawl during much of the day—as slow as 6 to 10 km per hour in many large cities (Gakenheimer and Zegras 2003) cited in (Pucher, John et al, 2004).

### ***Pakistan***

According (Imran, Muhammad, 2009), lack of capacity among public transport organizations, negligence in the development of high-capacity public transport, and failure to utilize existing land use patterns for the development of reliable and efficient public transport have been identified as major factors. The essence of the historical review is that once a policy path for road-based public transport and the involvement of private sector had been taken, subsequent policies and institutional arrangements supported the adopted policies and obstructed changes in policy. Overall, our discussion concludes the importance of governance, capacity-building including investment, and urban planning to provide adequate, efficient, and effective public transport in Pakistan.

The following section (Imran, Muhammad, 2009) attempts to list some recommendations with regard to the question, how can public transport planning and policies be made more successful in Pakistan. While the recommendations are very general, they offer insights for future public transport policy directions for Pakistan.

1. The review of public transport in Pakistan clearly showed that public transport planning became unsuccessful due to inadequacies in an overall governance structure. Therefore, all policies to run public transport through the public sector, the semi-public sector (corporations), the deregulated private sector (privatization with fare regulation), the public-private-community sector, and franchised private sector organizations (privatization with fare deregulation) were failed over time.
2. The presence of mixed land use, high population and employment density, and growing needs of motorized transport use in Pakistani cities shows a potential to establish a multimodal transport system at metropolitan level.
3. Transport investment approaches adopted in Pakistan combine road projects with public transport and non-motorized projects. Therefore, strong economic controls to curb personal motor vehicle ownership and use by means of high taxes, parking costs, and traffic restraints would be required in Pakistani cities.

### **Latin America Regions**

Urban public transport in Latin America and the Caribbean is also predominantly road based. A similar separated road based trunk system has been adopted in Quito, Ecuador. But the full scale of the Curitiba planning approach cannot easily be retrofitted to many cities. Nevertheless, one aspect of the Curitiba approach, the segregated busway is still being pursued, with new busways being introduced in Sao Paulo, and planned in cities like Bogota and Lima. Attempts are now being made in Brazil to develop these on a BOT basis, but so far with little success. Whether maximum peak direction peak hour flows of over 20,000 passengers can be sustained is now beginning to be challenged, however. (Gwilliam, Ken, 2000) and (Filho, et al, 2007)

### ***Brazil***

According to (Lindau, et al, 2007), by the end of the 1970's, Brazil was leading the implementation of high-flow bus priority schemes. Busways were introduced in cities like

São Paulo, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte and Goiânia under the coordination of a Federal agency.

BRT systems, as opposed to rail-based technologies, have the ability to deliver a high-quality mass transit system within the budgets of even the low income municipalities. It is estimated that only the Brazilian cities with more than 1 million inhabitants present a potential for implementing 590 km of bus corridors. Most of the already existing busway corridors in Brazil need renovation and BRT systems offer the opportunity of increasing transit productivity while overcoming the problems generated by the irrationality of multiple superimposed radial routes converging to terminals located at the city centers. These include the concept of an urban operation – a legally defined set of interventions and projects to be carried out within a specific area – and the issue of tradable certificates of additional building rights in the area. In combination, these mechanisms allow the anticipation of the financial resources required to execute the proposed projects needed to raise property values in the region. (Lindau, et al, 2007)

### ***Bogota, Columbia***

Bogotá is undergoing an interesting transformation in the provision of bus-based public transport that makes it appropriate for the purposes of the study. Prior to 1998, bus service was low quality due, among others, to an inadequate institutional arrangement. In this arrangement, bus companies obtained route concessions from the government, but the government did not require the companies to own buses. Individual investors, instead, owned the buses. Bus companies rented out to bus owners the right to operate on the companies' routes. The situation began to change in 1998 when Enrique Peñalosa took office as the city's elected mayor. Peñalosa had plans for transforming the main transportation corridors in the city with a bus rapid transit system known as Transmilenio. (Ardila, Arturo, 2005)

The Transmilenio system seems to be able to offer the quality of service people are looking for. Lleras (2001) cited in (Ardila, Arturo, 2005).

Nonetheless, the Transmilenio system is facing problems as well:

1. The main problem is the high cost of building the new busways. The construction cost of Transmilenio's first phase was close to US\$ 5.5 million—excluding the buses. Cost went up for Phase two to close to US\$ 17 million. Estimates for phase 3 are higher. The finances of the city government while in good condition are not buoyant enough to afford an increasingly expensive network.
2. One reason why Transmilenio's busways cost so much is the current approach in which together with the exclusive lanes for buses the city government undertakes major highway and sidewalk expansion. Indeed, the typical Transmilenio corridor in Phase 2 consists of renewed sidewalks, three or more lanes for general traffic, two exclusive lanes for buses, and the station on the median, after which a symmetric pattern follows.
3. Another problem for Transmilenio is the conflict with the non-Transmilenio bus system. While Transmilenio has reasonable political support, non-Transmilenio actors are gathering power to slowdown or even halt Transmilenio's expansion.
4. Related to the previous point is the lack of sound regulatory framework that will allow STT and Transmilenio Co. to know the responsibility and scope of each agency. Currently, there is an institutional conflict between the two agencies because both can regulate public transportation, both strive for organizational survival, and both have support from their operators. (Ardila, Arturo, 2005)

## **ISSUES**

### **Sustainability Impact Issues**

Development of transport infrastructure such as mass transit systems will affect all elements and components of the development of such regions, the environment, the community and others whether in the form of positive or negative impact. Study on sustainable development in developing countries requires in-depth focus because it has different characteristics from developed countries. For example, in developing countries focus on social aspects, for example focused on efforts to reduce poverty, improve the well-being of communities, improve the regional value, improving accessibility and the cumulative expected to reduce social inequalities, whereas in developed countries focus more on improving safety and public health.

### **Multi-Faceted Actor In The Public Transport Implementation (Organization And Institutional Issues)**

Institutional readiness problem is one of the central issues. How relevant institutional response to global responsibility - transportation and environmental issues that arise knows no bounds - but apply them appropriately in accordance with local issues. Participation of all groups of interest (stakeholders) - government, research institutes and academia, community institutions, law enforcement, the public, professionals and practitioners - need to be improved in the decision-making process. (Sjafruddin, 2011)

Some of the actor involved in the organization of mass transportation include :

1. Multi - Actor which is the number of components involved and / or interested in the operation of the transport system such as: users, operators (and/or investor) and the government (regulator)
2. Multi-Level of Authority, that there are some components that have the institutional authority of the executive authority and administrative area, especially in the era of regional autonomy, namely: Central Government, Provincial Government and Regency/City.
3. Multi-Purpose, i.e. every component involved in the implementation of the public transport system has different criteria and objectives - different, so often collide. A comprehensive effort is needed to translate these objectives within the same framework.

Institutional problems also exist in many other countries. Jurisdictional conflicts have bedeviled attempts to develop public transport in multi-municipality city regions like Manila and Caracas, while the fragmentation of responsibility has long been seen to lie at the heart of Bangkok's problems. In many Latin American countries, such as Argentina, Peru and Chile, the Mayor of the capital city is often the second most important political figure in the country, and jurisdictional issues are incidentally the battleground for a wider political conflict. (Gwilliam Ken, 2000)

### **Need of Public Transport Appraisal in Strategic Level**

In developing countries, a fundamental problem in the assessment process not only at the project level, but furthermore that will the needs assessment process at the strategic level of decision making (strategic decision making) which is at the level of programs, plans and policies (program, plan and policy) is especially difficult " to measure and assess the " decision-making at the policy level. Mass transit system study located at a strategic level

because it includes an extensive review, multi- sector and in general may affect the structure of the city as a whole. For the assessment on a strategic level and has become important study which the parameters, criteria and indicators that are different from the assessment at the project level.

The lack of an institutional focus for comprehensive urban transport planning has a number of adverse effects. At the very simplest level there have been quite severe physical conflicts between systems in Bangkok in such matters as providing for traffic to pass from one toll way operator to another or designing grade separations when systems cross. Ad hoc approval of private promoters' schemes has also imposed significant contingent liabilities on governments for interchange and distribution facilities in cities like Manila and Kuala Lumpur. In Kuala Lumpur, for example, the construction of an expressway paralleling the route of the STAR light rail line will further diminish the potential of an already unsuccessful development. (Gwilliam Ken, 2000)

### **Funding (Budget Constraint) Issues**

In many developing countries the need for infrastructure development in public transport infrastructure in particular is very large, but the ability to provide government funding is very limited. Financial and budget constraints in developing countries are huge, that's way priority examination to infrastructure development is urgent and very important.

However, in many developing countries the ability of funding available to meet the needs of transport infrastructure development (as the lead) in accelerating the development is very little. In this case, the implementation of transport policies wherever possible can provide many benefits for both short term and long term as well and have a positive impact for the development of the country as a whole . Of course , the economic principle that the minimum budget expected to get maximum results become the most important principles for the implementation of transport policy in developing countries, especially the lower middle-income (low-middle income countries).

### **Competition And Regulation Issues**

That highlights the fact that many governments still need to be convinced that stability and reliability in public transport service can be achieved in a competitive regime. For that reason, which may not be entirely good, competitively tendered franchising systems, accompanied by the development of associations of independent, informal sector operators into legal associations offer an attractive form of private sector participation for many formerly socialist regimes.

Strategically, the quality of service can be improved and fares reduced through competitive tendering of some routes operated by smaller vehicles may be an important element in convincing governments of the merits of competition. (Gwilliam, Ken, 2000)

## **CHALLENGES**

Adopted from (Gwilliam, Ken, 2000) and from the analysis, there are some challenges in public transport planning and implementation particularly in developing countries:

1. Challenge to reform the political organization. A critical failure of most developing country cities is the absence of adequate mechanisms for achieving spatial co-ordination.

2. Challenge to reform the integrated transport planning. The need to find institutional structures within which a more holistic view can be taken in urban transport planning is critical. Partly that is a matter of ensuring that investment planning takes place within an explicit strategic framework.
3. Challenge for continuing need to develop appropriate pricing and charging devices and financing instruments. That includes the encouragement of road pricing or surrogates such as fuel and vehicle taxation or traffic restraint instruments. It also includes the development of means of handling inter-operator transfer of revenues in predominantly privately supplied sectors.
4. Challenge to connect the matter of industrial structure. Many governments still do not understand, or fully accept, that it is not necessary, and indeed may be positively harmful, to rely on a parastatal supplier as the instrument for the achievement of social objectives in the transport sector.
5. Challenge for competitiveness system design. The danger is that transitional governments suffering from fiscal incapability accept competition only by default, and in its most controlled form of tendered franchising.
6. Challenge to perceive problem of affordability. It has been argued earlier that one of the main reasons for the disastrous declines in public transport has been a failure to recognize some inescapable economic facts about the necessary balance between the costs and revenues of service provision.
7. Challenge to reform the strategic tool for strategic choice, particularly in urban areas. To declare an approach to urban public transport projects/plans as strategic investments requiring a more strategic evaluation is to state the problem, not the solution. As (Newman and Kenworthy, 1999) proposed that must having an adequate appraisal instrument to encompass the long term structural effects of alternative structures, and hence to identify the real opportunity costs of the strategic decisions.

## **CONCLUSION**

Development of mass transportation system is one of the logical things needed in tackling problems of urban transport, especially in metropolitan areas in many developing countries. However, it is not easy and has a lot of without constraints, developing countries encounter many problems. So, implementation of mass transit systems in developing countries requires strong political will and hard work to overcome all the problems and realize sustainable development. This is ultimately expected to improve people's welfare.

## **REFERENCES**

- Susilo, et al (2007) A Reflection Of Motorization And Public Transport In Jakarta Metropolitan Area , IATSS Research Vol.31 No.1,
- Sperling et al (2002) The Developing World's Motorization Challenge, Issues in Science and Technology, Fall 2002, pp. 59–66.
- Gwilliam, Ken (2000), Public Transport in the Developing World. Quo Vadis?, World Bank Discussion Paper TWU-39. 2000, [www.thredbo-conference-series.org](http://www.thredbo-conference-series.org)
- Lindau et al, (2007) Developing Bus Rapid Transit Systems In Brazil Through Public Private Partnerships, International Conference Series on Competition and

- Ownership in Land Passenger Transport – 2007 – Hamilton Island, Queensland, Australia – Thredbo 10
- Walters, Jackie, (2007), Overview Of Public Transport Policy Developments In South Africa, International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport – 2007 – Hamilton Island, Queensland, Australia – Thredbo 10
- Filho, et al, (2007), Urban Transport In South America: Trends In Competition And Competition Policy, International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport – 2007 – Hamilton Island, Queensland, Australia – Thredbo 10
- Mochtar and Hino, (2006), Principal Issues to Improve the Urban Transport Problems in Jakarta, Mem. Fac. Eng., Osaka City Univ., Vol. 47, pp. 31-38 (2006)
- Das, M.A, et al, (2013), Consumers Satisfaction Of Public Transport Monorail User In Kuala Lumpur, Journal of Engineering Science and Technology Vol. 8, No. 3 (2013) 272 – 283, © School of Engineering, Taylor’s University
- Szwarcz, Stacey, (2003), Public Transportation in Kuala Lumpur, Malaysia, MST, January 26
- Newman and Kenworthy (1999), Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence, Island Press, Washington, D.C., USA
- Tiglao and Patdu, Jr, (2007), Issues and Directions on Integrated Public Transport in Metropolitan Manila, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.6
- Sjafruddin, (2011), Pembangunan Infrastruktur Transportasi untuk Menunjang Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Ilmu Pengetahuan, Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (KIPNAS) X, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, 8-10 November 2011
- PT. LAPI ITB (2013), Kajian ATP/WTP Rencana Pembangunan Monorel Bekasi – Jakarta, Laporan Akhir, Project Report, PT. Adhi Karya, Jakarta

## KAJIAN PENGUSAHAAN BANDAR UDARA DI INDONESIA

**R. Didin Kusdian**

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering  
Sangga Buana YPKP University  
Jln. PHH. Mustopha 68, Bandung  
Telp: (022) 7275489  
[kusdian@yahoo.com](mailto:kusdian@yahoo.com)

### Abstract

In this time by the 21st century is growing increasing opportunities for non-governmental parties to play a role in the provision of public services and infrastructure management. In the air transport sector, since the year of 2000 all over the world have different frame mapped the non-government involvement in the provision and management of services about the airport. Indonesia has impose a Law No. 1 Year 2009 about Airline, where his message is one of separating content government and about the airport operator. Having applied for almost 5 years, yet fully aspects of involvement and participation of non-government parties to develop and run. It is an explanation of a more operational nature in the form of guidelines that govern more detail, as the elaboration of the content of the Law No. 1 Year 2009 About Airlines, specifically about the bodies in airport enterprises.

### Abstrak

Menjelang abad ke 21 tengah berkembang peningkatan peluang bagi pihak non-pemerintah untuk berperan dalam pengadaan dan pengelolaan infrastruktur pelayanan publik. Di sektor transportasi udara, sejak tahun 2000 di seluruh dunia telah terpetakan berbagai kerangka keterlibatan pihak non-pemerintah dalam pengadaan dan pengelolaan jasa kebandarudaraan. Indonesia telah memberlakukan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, dimana salah satu kandungan amanatnya adalah memisahkan antara regulator dan operator kebandarudaraan. Setelah diberlakukan selama hampir 5 tahun, belum sepenuhnya aspek pelibatan dan partisipasi pihak non-pemerintah dapat terbentuk dan berjalan. Dibutuhkan suatu penjabaran yang lebih bersifat operasional berupa pedoman yang mengatur lebih rinci, sebagai penjabaran dari isi Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, khusus tentang badan usaha bandar udara (BUBU).

*Kata kunci* : *Kebandarudaraan, Pengusahaan, Badan Usaha Bandar Udara (BUBU), Pedoman*

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Indonesia merupakan negara luas yang dari sisi hambatan jarak transportasi memerlukan suatu sistem jaringan infrastruktur dan sistem jaringan pelayanan transportasi udara yang handal dan berkelanjutan untuk segmen perjalanan antar kota antar provinsi dan antar pulau yang memerlukan waktu perjalanan cepat. Segmen kebutuhan perjalanan dengan waktu perjalanan cepat hanya dapat disediakan oleh moda perhubungan udara. Bandar-bandar udara di Indonesia memerlukan pengembangan, operasional dan pemeliharaan yang berkelanjutan. Upaya penting untuk hal ini adalah dengan memberlakukan kebijakan yang lebih terbuka bagi sumber-sumber permodalan non Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (non APBN) dan non Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (non APBD) untuk pengelolaan dan pengusahaan bandar udara. Diperlukan suatu kajian mengenai pengusahaan bandar udara di Indonesia.

### Tujuan

Tujuan dari kajian ini adalah mendapatkan suatu gambaran penjelasan mengenai pembagian wewenang dan tanggung jawab antara pemerintah dan badan usaha bandar udara, dimana ada garis pemisah antara regulator dan operator.

### Masalah

Masalah yang di kaji adalah mengenai pemantauan pelaksanaan dari amanat Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan di lapangan, setelah hampir 5 (lima) tahun di berlakukan. Dimana yang dimaksud dengan lapangan adalah pelayanan perhubungan udara yang sedang berlangsung yang disurvei di beberapa bandar udara di Indonesia, dan termasuk organisasi pemerintah yang membidangi sektor perhubungan udara, serta 'badan usaha bandar udara' yang tengah beroperasi.

## KAJIAN TEORI DAN METODELOGI

### Kajian Teori

Pengusahaan bandara dan upaya menyertakan swasta dalam pengembangan, pengelolaan serta pengusahaan bandara merupakan topik kajian dan arah revisi kebijakan yang sedang terus berlangsung saat ini. Secara teoritis topik kajian ini telah dalam Neuville dan Odoni (2003). Dan dengan beberapa contoh pelaksanaan di kota-kota penting dunia, pembahasan tentang pengusahaan bandar udara serta peran lembaga non-pemerintah juga dikemukakan oleh Dempsey (2000).

Neufville dan Odoni (2003) merumuskan definisi praktis yang berguna tentang arah partisipasi non-pemerintah yang jika disederhanakan atau diartikan secara mudah dan ekstrim disebut privatisasi, yaitu bahwa privatisasi melibatkan transfer beberapa hak kepemilikan. Untuk memahami apa artinya ini, kita harus melihat dengan cermat apa hak yang terkait dengan kepemilikan. Kepemilikan menyiratkan dua kategori dasar hak. Termasuk :

1. *hak untuk sisa pendapatan*, yaitu, keuntungan dalam pengertian umum, walaupun sering tidak diberi label seperti itu
2. *pengendalian manajemen*, yang mencakup berbagai isu pembangunan jangka pendek operasional dan jangka panjang

Rangkuman secara matrik maka terdapat empat kemungkinan kombinasi antara pemerintah dan swasta terhadap dua hal pokok entitas hak pengelolaan yaitu, hak untuk sisa pendapatan dan pengendalian manajemen, masing-masing terlihat pada empat kuadran atau sel matrik pada matrik atau tabel 1.

Tabel 1 Rangkuman Definisi Privatisasi Bandar-Udara

Kontrol Manajemen	Hak terhadap Sisa Pendapatan atau Keuntungan	
	Pemerintah	Non-Pemerintah
Pemerintah	Sepenuhnya dikendalikan oleh pemerintah melalui pelayanan publik dan politik	Pengendalian sesuai peraturan : unilateral, pengendalian terpusat oleh pemerintah menyangkut tarif dan akses
Non-Pemerintah	Kerjasama pengendalian : pemerintah merancang peraturan sebagai pemilik, Non-Pemerintah	Sepenuhnya oleh Non-Pemerintah : Pengendalian secara keseluruhan

Kontrol Manajemen	Hak terhadap Sisa Pendapatan atau Keuntungan	
	Pemerintah	Non-Pemerintah
	menjalankan peraturan	oleh kepentingan Non-Pemerintah.

Sumber : Neufville dan Odoni (2003)

Beberapa alternatif "model" kepemilikan dan manajemen bandara sedang digunakan di seluruh kota, dan beberapa bekerja lebih baik daripada yang lain. Terminologi 'privatisasi' tidak mencerminkan secara akurat perubahan yang terjadi secara internasional dalam kepemilikan dan pengelolaan bandara. Sebagian besar privatisasi bandara komersial utama telah tidak terlibat penjualan sebenarnya dari properti bandara. Khas bandara 'privatisasi' melibatkan sewa jangka panjang dari 20 tahun atau lebih. Apa yang sebenarnya ditransfer melalui sewa yaitu (1) hak untuk sisa pendapatan, yaitu, untuk setiap keuntungan yang mungkin dihasilkan, dan (2) kontrol manajemen, yaitu, hak untuk mengoperasikan dan mengembangkan bandara. Istilah operator bandara selanjutnya digunakan untuk mengacu pada entitas yang memperoleh hak-hak tersebut.

Siapa, kemudian, harus dianggap sebagai pemilik bandara, atau kelompok bandara, ditugaskan keoperator bandara? Tidak diragukan lagi, pemerintah nasional, regional, maupun lokal pemberian izin tetap, pada prinsipnya, pemilik yang sebenarnya, bahkan ketika lisensi ini berlaku. (Bahkan, pemilik sejati ini dapat mempertahankan beberapa prerogatif kritis dan kontrol regulasi). Untuk keperluan praktis sebagian besar, bagaimanapun itu, adalah berlisensi operator bandara yang bertindak sebagai pemilik properti dan pengambil keputusan sehari-hari selama periode itu. Untuk alasan ini, para pemegang saham operator bandara akan diperlakukan di sini sebagai pemilik bandara. Perhatikan bahwa pemegang saham tersebut dapat, secara umum, pemerintah atau kepentingan pribadi atau keduanya. Kepemilikan Bandara, dalam pengertian ini, dapat mencakup kombinasi dari :

1. pemerintah nasional
2. lokal dan/atau negara/pemerintah daerah
3. entitas perusahaan
4. investor swasta

Sebuah aspek penting dari kepemilikan dalam kasus pemerintah / kemitraan swasta adalah saham mayoritas milik entitas pemerintah atau kepentingan pribadi. Aspek lain dengan implikasi besar bagi pemerintahan kepemilikan saham swasta terbatas pada sejumlah kecil mitra (perusahaan atau sebaliknya) cukup berbeda dari orang-orang di mana hak kepemilikan diperluas ke masyarakat umum melalui tender saham publik (" free float "). Para operator bandara juga bisa siapa saja dari jenis entitas berikut:

1. Sebuah cabang dari pemerintah nasional
2. Sebuah cabang dari pemerintah daerah atau negara / daerah
3. Sebuah otoritas bandara atau badan lain yang serupa
4. Kontraktor pengelola bandara

Seperti yang ditunjukkan oleh opsi terakhir dalam daftar ini, operator bandara bisa menjadi milik pemerintah atau perusahaan swasta, dengan keahlian dalam pengelolaan bandara, yang menyediakan layanan untuk imbalan yang telah disepakati yang mungkin mencakup persentase dari pendapatan dan sejumlah insentif keuangan. Opsi ini telah menjadi sangat populer, seperti pengelolaan dan pengoperasian bandara telah berubah menjadi kegiatan yang semakin khusus dan canggih. Catatan, juga, bahwa operator bandara memiliki opsi

untuk subkontrak setiap set tanggung jawab untuk seluruh bandara atau untuk bagian-bagian dari bandara ke organisasi lain.

Dari sejumlah besar "pemilik bandara" / "operator bandara" kombinasi yang dapat diidentifikasi dari dua daftar, semua pengaturan yang ada tampaknya konsisten dengan salah satu dari delapan model, A sampai H, yang dijelaskan secara singkat di bawah (Neufville, Richard, Odoni, Amedeo, 2003):

1. Dimiliki oleh kombinasi governments lokal, nasional, regional, dan / atau dan dioperasikan oleh cabang pemerintah nasional.
2. Dimiliki oleh kombinasi nasional, regional, dan / atau pemerintah daerah dan dikelola dan dioperasikan oleh cabang pemerintahan lokal atau regional.
3. Dimiliki oleh kombinasi nasional, regional, dan / atau pemerintah daerah dan, mungkin, kepentingan pribadi dan dioperasikan di bawah kontrak manajemen oleh sebuah perusahaan publik atau swasta yang dimiliki.
4. Dimiliki oleh kombinasi nasional, regional, dan / atau pemerintah daerah dan dikelola dan dioperasikan sebagai otoritas bandara otonom.
5. Dimiliki di mayoritas oleh kombinasi nasional, regional, dan / atau pemerintah daerah dengan pemegang saham minoritas pribadi dan dengan tidak ada saham publik, dikelola dan dioperasikan sebagai otoritas bandara otonom.
6. Seperti di E, tapi dengan beberapa porsi saham publik.
7. Dimiliki sepenuhnya atau sebagian oleh investor swasta, dengan tidak ada saham publik, dan dioperasikan sebagai otoritas bandara otonom.
8. Dimiliki sepenuhnya atau sebagian oleh kepentingan pribadi, dengan beberapa atau seluruh saham publik, dan dioperasikan sebagai otoritas bandara otonom.

Sejalan dengan perkembangan di seluruh dunia menyangkut arah penyertaan pihak non-pemerintah di dalam pengembangan, pengelolaan, dan perusahaan infrastruktur pelayanan publik, di Indonesia langsung secara bersamaan, selama 15 (lima belas) tahun terakhir berkembang pemberlakuan kebijakan peraturan-perundang-undangan yang berkaitan dengan hal tersebut. Untuk sektor perhubungan udara, hal tersebut terkandung pada Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, dan turunannya baik berupa Peraturan Pemerintah, maupun Peraturan Menteri (Menteri Perhubungan). Khusus untuk aspek pengelolaan aset negara, peraturan dikeluarkan oleh Menteri Keuangan.

Sebagai lanjutan dari pengaturan yang ditetapkan melalui Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, bandar udara sebagai lingkungan binaan juga dilindungi dan diatur melalui Peraturan Pemerintah Nomor 40 tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara (selanjutnya disingkat PP No. 40 Tahun 2012).

Kerja-sama Pendanaan pembangunan dan pengembangan bandar udara diatur dalam PP. No.40 Tahun 2012 Pasal 28, 29 dan 30. Pasal 28 mengatur sebagai berikut:

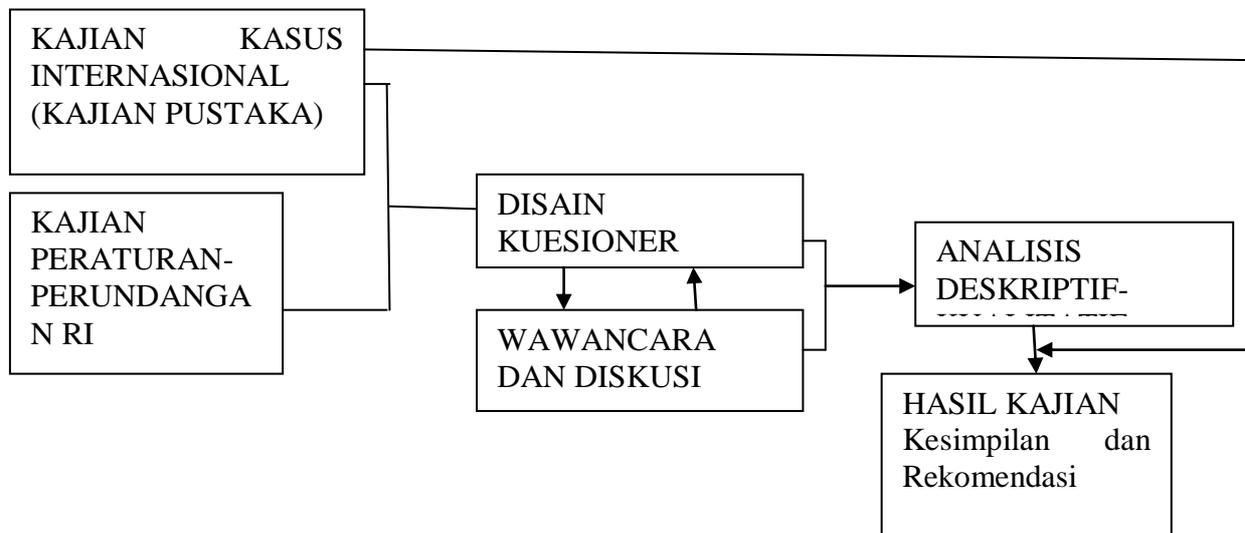
1. Untuk menunjang perkembangan daerah pembangunan dan pengembangan Bandar Udara dapat didanai dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara dan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah secara proporsional dan berdasarkan perjanjian kerjasama sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
2. Dalam pembangunan dan pengembangan Bandar Udara, danayang bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara hanya dapat digunakan untuk fasilitas sisi udara.

Kerja-sama dengan badan hukum Indonesia dalam pembangunan dan pengembangan bandar udara diatur menurut PP. No.40 Tahun 2012 Pasal 30, sebagai berikut:

1. Unit Penyelenggara Bandar Udara atau Badan Usaha Bandar Udara dapat melakukan kerjasama dengan badan hukum Indonesia untuk pembangunan dan/atau pengembangan Bandar Udara.
2. Kerjasama pembangunan dan/atau pengembangan Bandar Udara yang akan mengubah status sebagai Pemrakarsa harus dilakukan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
3. Ketentuan lebih lanjut mengenai kerjasama pembangunan dan/atau pengembangan Bandar Udara diatur dengan Peraturan Menteri.

### Metodelogi

Dalam kajian ini langkah-langkah metoda penelitian yang diterapkan terdiri dari komponen : pengumpulan data sekunder peraturan-perundangan, kajian terhadap teori (berlaku internasional), kajian terhadap peraturan-perundangan dan celah-celah penjabarannya, pengumpulan data primer melalui wawancara dengan pihak pemerintah (Direktorat Perhubungan Udara), PT. Angkasa Pura I, PT. Angkasa Pura II, wawancara di lapangan dengan Kepala Unit Pelayanan Teknis (Ka. UPT) bandar udara. Hasil wawancara merupakan data pelaksanaan (atau belum dilaksanakannya) amanat dari kebijakan peraturan-perundangan. Analisis deskriptif-kualitatif dilakukan untuk membandingkan teori, kebijakan yang berlaku, dan pelaksanaan di lapangan, dari hasil analisis dibentuk kesimpulan dari kajian. Secara ringkas dan skematik metodelogi dapat dirangkum sesuai dengan Gambar 1.



Disain kuesioner dibuat secara dibamik dalam arti ketika dilakukan wawancara dengan kepala, kepla dengan jawab: sesuai Gambar 1 Rangkuman Skematik Metodelogi

### DATA

Data yang digunakan untuk kajian ini adalah berupa dokumen naskah peraturan-perundang-undangan, dan data rekaman hasil wawancara dengan pejabat atau fungsional ahli yang telah dipilih dan mewakili kompetensi, pengalaman, serta kewenangan dalam menjawab substansi dari pertanyaan. Daftar pertanyaan di disain dengan fokus kepada

pebisnisannya bandar-udara di Indonesia, dan pelaksanaan dari prinsip pemisahan antara regulator dan operator untuk sektor perhubungan udara. Data-data tidak akan (tidak memungkinkan) untuk dimuat dalam makalah ini seluruhnya, tetapi hasil analisis dan kesimpulan telah bersumber pada semua data-data yang didapat.

## ANALISIS

Dari proses kajian kasus internasional yang didapat melalui kajian pustaka diketahui bahwa secara internasional di berbagai negara, perkembangan pola pengelolaan dan pengusahaan bandar udara melalui pembukaan peluang bagi pihak non-pemerintah untuk turut serta, berbeda-beda untuk masing-masing negara. Perbedaan timbul karena setiap negara berpandangan berbeda sesuai dasar-dasar politik, ekonomi, serta sosial-budayanya. Perbedaan ini secara rangkuman prosentase skema kontribusi permodalan dan kepemilikan dapat disimak melalui Tabel 2.

Tabel 2 Rangkuman Kepemilikan Bandar Udara (Kasus Internasional) Tahun 2001

Bandar Udara	Kepemilikan	Free float (saham publik)
BAA	100% free float (London Stock Exchange))	100%
TBI	100% free float	100%
Mexican Southeast Airport Group (ASUR)	15% strategic partner led by copenhagen Airport 85% free float (NYSE and Mexican Stock Exchange)	85%
Copenhagen (CPH)	33,8% Danish government 66,2 % free float (Copenhagen Stock Exchange)	66,2%
Auckland (AIA)	25,8% Auckland City Council 9,6% Manukau City Council 7,1% Singapore Changi Airport 57,5% free float (New Zealand and Australian Exchange)	57,5%
Vienna (VIE)	20% Province of Lower Austria 20% City of Vienna 10% Employee Foundation 50% free float (Austrian Stock Exchange)	50%
Beijing (BCIA)	65% Beijing Capital Airport Group (government owned) 10% Aeroports de Paris (ADP Management) 25% free float (Hong Kong Stock Exchange)	35%
Frankfurt/Main (Fraport)	32,1% State of Hesse 20,5% City of Frankfurt 18,4% Federal Republic of Germany 29,0% free float (Frankfurt Stock Exchange, June 2001)	29%
Florence Airport	19,3% Florence Chamber of commerce 17,2% City of Florence, 10,5% City of Prato 14,3% other nonprivate investors 28,8% free float (Milan Stock Exchange)	28,8%
Malaysia Airports Holdings Berhad	72% nonprivate investor 28% free float	28%

Bandar Udara	Kepemilikan	Free float (saham publik)
Unique Zurich Airport (UZA)	55,7% Canton of Zurich 6,3% City of Zurich 10% other nonprivate investors 28% free float (Zurich Stock Exchange, November 2000)	28%
Xiamen Airport	75% nonprivate investors 25% free float	25%

Sumber : *Airport Systems*( Richard de Neufville & Amedeo Odoni, 2003)

Data tabel 1 (yang berstatus tahun 2001) tentu telah turut menjiwai pembentukan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, dimana pada isinya telah terbentuk pemisahan antara regulator dan operator. Sebagai regulator kewenangan pemerintah di lokasi bandara atau gabungan beberapa lokasi bandara di lapangan, mandatnya dilaksanakan oleh otoritas bandar udara. Sebagai operator bandar udara, terbagi 2 (dua) kelompok yaitu bandara umum yang diusahakan (komersil), dan bandara yang belum diusahakan (non-komersil). Bandara yang diusahakan secara kewilayahan terbagi dua, dimana sampai tulisan ini dibuat baru ada 2 (dua) operator yaitu PT. Angkasa Pura I dan PT. Angkasa Pura II. Operator bandara umum non komersil saat ini adalah unit pelayanan teknis (UPT) bandar udara, yang secara organisasi bertanggung jawab kepada Direktorat Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan.

Dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan, telah tercantum terminologi tentang badan usaha bandar udara (BUBU), dimana badan ini terbuka juga untuk swasta, sementara kondisi yang ada sampai tulisan ini dibuat (2014) belum terlaksana. Bahkan PT. Angkasa Pura I dan PT. Angkasa Pura II yang berstatus badan usaha milik negara (BUMN), masih belum sepenuhnya memenuhi syarat ke'mandiri'an sebagai suatu BUBU. Hal ini dapat disimak melalui analisis data-data sejarah pembentukannya, dimana aset-aset yang dikuasainya sekarang didapat melalui pengalihan aset, dimana dari historis pengadaannya dahulu tentu mengandung unsur dana yang berasal dari anggaran pemerintah maupun pemerintah daerah.

Konsesi dilakukan antara PT. Angkasa Pura I dan toko-toko (dan lain-lain) di sisi darat, terutama di terminal penumpang, istilah konsesionaler sekarang sudah tidak digunakan, jadi yang mengusahakan toko melalui ijin dan perjanjian disebut operator toko. Konsesi dikenakan jika tanah milik pemerintah bangunan milik PT. Angkasa Pura. Ada juga tanah milik PT. Angkasa Pura, sebagai operator PT. Angkasa Pura tidak dikenakan konsesi. Dari sisi pengadaan dan kepemilikan aset, aset tanah berarti milik pemerintah, dalam hal ini tanah milik PT. Angkasa Pura, tidak dikenakan konsesi. Jika tanah dan ruang bangunan digunakan untuk kantor maka tidak dikenakan konsesi, tapi dikenakan sewa ruang, misalnya ticketing termasuk perkantoran, tidak dikenakan konsesi untuk lahan atau tanah yang digunakan. Tetapi untuk operator toko dimana terjadi perdagangan barang dan transaksi langsung, dimana barang tidak terkait langsung dengan sistem perhubungan udara (seperti tiket pesawat), maka digolongkan kepada usaha, sehingga untuk tanah dikenakan konsesi dan untuk ruangan juga dikenakan konsesi.

Untuk bank, *ticketing*, perkantoran *airline*, dan perkantoran lainnya, hanya dikenakan sewa ruang, tidak termasuk konsesi. Untuk gudang dikenakan konsesi, tetapi konsep ini kedepan akan ditinggalkan, karena istilah konsesionaler tidak akan digunakan lagi, tetapi diganti dengan operator atau mitra usaha. Antara PT. Angkasa Pura dengan pemilik lahan, dimana

lahan digunakan untuk aktivitas PT. Angkasa Pura, termasuk perkantoran PT. Angkasa Pura, kemudian pemilik lahan adalah pemerintah (Kementerian Perhubungan), pemerintah daerah, atau instansi pemerintah lain, misalnya TNI-AL, terdapat kewajiban membayar uang sewa yang dibayar oleh PT. Angkasa Pura kepada pemilik lahan.

Sebagai contoh, untuk semua bandara yang ada di Pulau Jawa, PT. Angkasa Pura tidak punya lahan atau tanah, pemilik tanah bermacam-macam, termasuk Kementerian Perhubungan, TNI-AU, TNI-AL (contoh Bandara Juanda, Surabaya), dan lain-lain. Tanah-tanah tersebut dapat dikelola dan diusahakan oleh PT. Angkasa Pura, jika dari pihak pemilik tanah (pemerintah) sudah ada pelimpahan kepada PT. Angkasa Pura. Pihak pemerintah (Kementerian Perhubungan, Otoritas Bandara) tidak boleh menyewakan tanah secara langsung kepada pihak operator. Tanah dilimpahkan ke PT. Angkasa Pura untuk dikelola, yang berarti digunakan untuk usaha, kalau sudah dijalankan untuk usaha, berarti ada operator usaha, sehingga ada pola bagi usaha (*sharing*) antara operator atau mitra usaha dengan PT. Angkasa Pura, pola bagi usaha ini dapat berupa konsesi. Lokasi tanah yang dimaksud adalah di sisi darat mulai dari terminal terus ke arah lebih darat lagi atau ke arah kota, misalnya tanah sepanjang sisi kiri dan kanan jalan akses keluar-masuk kawasan bandara. Aturan belum ada mengenai penggunaan tanah ini jika dilimpahkan dari pemerintah (misalnya Kementerian Perhubungan) dan belum ada juga aturan pihak pemerintah minta apa. Untuk tanah-tanah yang dilimpahkan dari pemerintah kepada PT. Angkasa Pura, masukan sewa dari PT. Angkasa Pura kepada pemerintah, adalah berstatus pendapatan pemerintah bukan pajak (PNBP). Persoalan saat ini adalah belum ada patokan yang jelas mengenai kemana PNBP sewa tanah harus disetorkan, apakah kepada otoritas bandara setempat atau langsung ke PNBP pusat.

Saat ini soal penyeteroran PNBP dari pihak badan usaha bandara komersil masih tarik-menarik antara diharuskan disetorkan ke pihak otoritas bandara dengan harus disetorkan ke pusat (Kementerian Perhubungan). Hal ini terkait juga dengan pembiayaan program masing-masing, antara otoritas dan pusat, disamping masalah kinerja. Persoalan yang perlu diatur dan diselesaikan adalah terutama untuk bandara baru di beberapa kota, misalnya Surabaya Baru (pindahan dari Bandara Juanda), bandara Medan Baru (di Kulanamu, pindahan dari Polonia) dan bandara Padang Baru (Bandara Minang Kabau pindahan dari bandara Tabin).

Aspek yang perlu diawasi oleh pemerintah kepada BUBU, adalah terutama aspek operasional, yaitu bagaimana pelaksanaan operasional telah dilakukan dengan memperhatikan standar-standar internasional, misalnya bagaimana ground handling dilaksanakan dengan baik, dan bagaimana SDM yang ditugaskan untuk ground handling telah menjalani proses pendidikan, sehingga memiliki keahlian dari berbagai segi sehingga mampu bertugas untuk ground handling dengan human error yang seminimal mungkin, bahkan tidak ada human error. Lalu bagaimana QSE nya, dan seterusnya. Hal ini dapat dilakukan pengawasannya bila dilimpahkan tugas pengawasan ini kepada otoritas bandara. Pengawasan aspek keselamatan dan keamanan sudah dilaksanakan oleh otoritas bandara saat ini, tinggal kedepan meningkatkan pengawasan kepada aspek tingkat pelayanan (*level of service*). Penjagaan atau peningkatan tingkat pelayanan merupakan aspek dinamis terkait kepada peningkatan demand yang bisa menurunkan tingkat pelayanan, misalnya karena pengguna menjadi bertambah waktu antriannya, panjang antrian bertambah. Upaya yang diawasi pelaksanaannya adalah misalnya bagaimana penambahan jumlah loket pelayanan, atau jika secara fisik loketnya sudah cukup, berapa banyak loket pelayanan yang dioperasikan dengan menugaskan petugas loket di sejumlah loket tersebut, jadi berupa penambahan SDM dan perangkatnya sehingga jumlah loket

pelayanan bertambah. Untuk ini diperlukan pula upaya Kementerian Perhubungan untuk bekerjasama dengan Kementerian Luar Negeri agar loket pelayanan imigrasi yang beroperasi ditambah, sebagai contoh masalah yang ada di lapangan saat ini, dimana misalnya dari 10 loket atau counter imigrasi yang tersedia, yang dioperasikan hanya 3, sehingga terjadi antrian yang panjang, dan hal ini menurunkan tingkat pelayanan.

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan sudah berisi amanat pemisahan antara regulator dan operator untuk pengelolaan bandar udara, yaitu dengan dinyatakannya terminologi tentang otoritas bandar udara dan badan usaha bandar udara. Tetapi dalam pelaksanaannya masih diperlukan penjabaran yang lebih bersifat operasional, khususnya untuk terbentuknya dan dapat beroperasinya suatu badan usaha bandar udara, terutama yang menyertakan keterlibatan dan partisipasi pihak non-pemerintah dan non-badan usaha milik negara.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Undang-Undang No.1 Tahun 2009 mengamanatkan pemisahan antara regulator dan operator dalam pengoperasian dan penyediaan layanan publik kebandarudaraan. Regulator adalah Kementerian Perhubungan yang di lokasi bandar udara dilaksanakan tugas pengawasannya oleh Otoritas Bandar Udara. Operator bandar udara berbentuk badan usaha bandar udara (BUBU) untuk bandar udara komersil, perlu terus diupayakan untuk melibatkan badan usaha swasta nasional, disamping badan usaha negara yang saat ini sudah mengoperasikan bandar udara komersil, yaitu PT. Angkasa Pura I dan PT. Angkasa Pura II.
2. Perjanjian kerjasama memiliki peran penting dalam mengatur kewajiban dan hak BUBU dalam melaksanakan konsesi pengelolaan bandar udara. Kewajiban Badan Usaha Bandar Udara (BUBU) dalam melaksanakan konsesi adalah memberikan pelayanan jasa kebandarudaraan, sesuai standar pelayanan yang ada, melaksanakan pemeliharaan fasilitas bandara sesuai mekanisme, mengembangkan investasi sesuai rencana induk bandar udara, dan memberikan kompensasi kepada negara sesuai ketentuan yang berlaku. Ketentuan yang terbaru antara lain adalah Peraturan Pemerintah Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Barang Milik Negara/Daerah.
3. Konsesi bandar udara pada dasarnya menggunakan prinsip dari konsep kerjasama antara pemerintah dan Badan Usaha Bandar Udara (BUBU) dalam mengelola bandar udara, yang memberikan keuntungan ekonomis dari hasil kerjasama tersebut, serta memberikan nilai ekonomis yang layak bagi pengguna jasa bandar udara. Diperlukan pedoman konsesi Badan Usaha Bandar Udara (BUBU), memuat aspek-aspek yang diatur di dalam perjanjian konsesi antara pemerintah dan Badan Usaha Bandar Udara dalam mengelola atau mengoperasikan suatu bandar udara. Aspek-aspek tersebut, meliputi : bentuk konsesi, waktu konsesi, layanan kebandarudaraan yang terkena ketentuan konsesi serta personel pelaksana, jenis kompensasi konsesi, jaminan pemerintah, tarif jasa kebandarudaraan, monitoring operasi dan pemeliharaan, mekanisme penyelesaian sengketa dan pengaturan jenjang penyelesaian, sanksi selama masa konsesi, mekanisme pengembalian bandar udara dan *force majeure*.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih penulis ucapkan kepada Pusat Kajian Kemitraan dan Pengembangan Jasa Pelayanan Transportasi, Sekretariat Jenderal Kementerian Perhubungan, atas kesempatan yang diberikan untuk menjadi bagian tim dan turut serta melakukan kajian, dimana sebahagian hasilnya menjadi bahan makalah ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Dempsey, Paul Stephen, 2000, *Airport Planning & Development Handbook, A Global Survey*, Aviation Week –Book, McGraw-Hill.

Neufville, Richard de, Odeni, Amedes, 2003, *Airport Systems, Planning, Design, And Management*, McGraw-Hill.

Kementerian Perhubungan RI, 2012, *Undang Undang No.1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan*

Kementerian Perhubungan RI, 2012, *Peraturan Pemerintah Nomor 40 tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara.*

## ANALYSIS OF AIRSPACE STRUCTURE AND AIR NAVIGATION SERVICES AUTHORIZATION AT RAHADI OSMAN AIRPORT-KETAPANG

**Wida Yuliar Rezika**  
University Students  
Department of Civil and Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[wyuliar@yahoo.com](mailto:wyuliar@yahoo.com)

**Teddy Wahyudi**  
Alumni  
Department of Civil and Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[teddy120160288@yahoo.co.id](mailto:teddy120160288@yahoo.co.id)

**Muhammad Zudhy Irawan**  
Lecturer  
Department of Civil and Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering  
Universitas Gadjah Mada  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[zudhyirawan@ugm.ac.id](mailto:zudhyirawan@ugm.ac.id)

### Abstract

Air Traffic Controller at Rahadi Osman Airport Ketapang faces dilemma dealing with the obligations of Article 272, Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation concerning the provision of navigation services and 429 concerning the sanctions to officials who do not have a navigation service certificate as if the conflicting views of airspace condition and navigation service authority there. This study aims to analyze the structure of controlled airspace and air navigation service authority with parameters : separation, cruising altitude distribution, efficiency and effectiveness of air navigation services. The results are the structure of Aerodrome Traffic Zone airspace and aerodrome control tower services are not able to accommodate the development of air traffic which impact to the violation of Article 429. Restructuring the airspace into the Control Zone with the authority of navigation services as an Approach Control to accommodate the operational needs and the law's legality is the solution.

**Key words** : *airspace, navigation services authority, separation*

### Abstrak

*Air Traffic Controller* di bandara Rahadi Osman Ketapang menghadapi dilema dalam menyikapi pasal 272 undang-undang nomor 1 tahun 2009 tentang penerbangan mengenai kewajiban pemberian pelayanan navigasi dan pasal 429 mengenai sanksi pidana kepada petugas yang tidak mempunyai sertifikat pelayanan navigasi yang seolah-olah saling bertentangan dilihat dari kondisi ruang udara dan wewenang pelayanan navigasi disana. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa struktur *controlled airspace* dan wewenang pelayanan navigasi penerbangan dengan parameter : *separation*, distribusi ketinggian jelajah, efisiensi dan efektifitas pelayanan navigasi penerbangan. Hasilnya adalah struktur ruang udara *Aerodrome Traffic Zone* dan pelayanan *aerodrome control tower* tidak mampu mengakomodir perkembangan lalu lintas penerbangan yang berdampak pada pelanggaran pasal 429. Restrukturisasi ruang udara menjadi *Control Zone* dengan wewenang pelayanan navigasi *Approach Control* untuk mengakomodir kebutuhan operasional dan legalitas hukum adalah solusinya.

**Kata kunci** : *ruang udara, wewenang pelayanan navigasi, separation*

## INTRODUCTION

Air Traffic Control unit at Rahadi Osman Airport be authorized as an Aerodrome Control Tower to serve air navigation. This unit responsible to organize the controlled airspace where the horizontal dimensions in circle form with a radius of 20 Nautical Mile (Nm) from the coordinates of KTG VHF Omnidirectional Radio Range (VOR) and vertically from the earth's surface up to an altitude of 6.000 feet. Communication and conflict traffic resolution occurs outside the region described before. Rahadi Osman Aerodrome Control Tower seeks to act in accordance with Article 272 paragraph 2 of Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation, air navigation services obligation start from the first contact until the last

contact between pilot and ATC or facility of air navigation. However, in terms of authority, an air navigation provider at Rahadi Osman Airport-Ketapang limited to Aerodrome Control Service only so it does not have a certificate and authority to provide Approach Control Service. Sanctions will be imposed on the officers as contained in article 429 of Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation, any person organizes air navigation services which do not have a certificate of air navigation services as referred to in Article 275 paragraphs (1) shall be punished with imprisonment 5 (five) years and a maximum amercement of Rp 1.000.000.000,00 (one billion rupiahs). It becomes a dilemma for Air Traffic Controllers (ATC) at Rahadi Osman Airport-Ketapang.

The Objectives of this research are to evaluate the controlled airspace structure of Ketapang Air Traffic Zone (ATZ) in suitability terms between the operational needs and the legality of the law contained in the related articles in Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation, to evaluate the authority of air navigation services by air traffic control unit of Rahadi Osman Aerodrome Control Tower in suitability terms between the operational needs and the legality of the law contained in the related articles in Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation, to plan the alternative design concerning controlled airspace and air navigation services authority that is able to accommodate operational needs.

This study is limited to analyze problems between the imposition of criminal element in Article 429 of Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation the cost of ownership associated with compliance certificate of air navigation services listed in Article 275 of Law No. 1 of 2009 air navigation services obligation in Article 272 paragraph (2) of Law No. 1 of 2009 about civil aviation seen from the air space infrastructure and services provision of air navigation authority in Ketapang Airport Rahadi Osman today.

## **THEORITICAL FRAMEWORK**

### **DIMENSION AND CLASSIFICATION OF AIR TRAFFIC ZONE (ATZ) AIRSPACE**

Indonesian Dictionary (2013) defines the dimension is a measure of spatial extent, especially width, height or length. Thus, the airspace dimension is the airspace that has length, width, height and a certain area. Tube shaped of Ketapang Air Traffic Zone (ATZ) airspace which is managed by Rahadi Osman Aerodrome Control Tower, have a horizontal dimension of a circle with a radius of 20 Nm focused on the center of the VOR navigational aids. Meanwhile, the vertical dimension starting from the surface of the earth up to a height of 6.000 feet. The definition of classification is a systematic arrangement in group or class according to the rules or standardization (Indonesian Dictionary, 2013). Based on documents of Aeronautical Information Publication (AIP), amendment 4, 1 September 2009, Ketapang ATZ Airspace classified in class B with the principal task for VFR flight services only.

### **FLIGHT SERVICE SECTOR (FSS) AUTHORITY**

Region of Flight Service Sector (FSS) is uncontrolled airspace. There is no air traffic control services provided so it limited for air traffic advisory services. Document Advisory Circular 170-2, Manual of Air Traffic Services Operational Procedures (2009), ratified Doc 4444 ATM/501 Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management (2007) on the third point explains that air traffic advisory service does not afford the degree of safety and cannot assume the same responsibilities as air traffic control service in

respect of the avoidance of collisions, since information regarding the disposition of traffic in the area concerned available to the unit providing air traffic advisory service may be incomplete.

### **PRINCIPLES FOR THE DESIGN OF AIRSPACE STRUCTURE**

Eurocontrol (2012) provide an explanation of the principles that need to be considered when designing the airspace structure prevailing in Europe. These principles include:

1. Safety shall be enhanced or at least maintained by the design of any airspace structure.
2. Operational Performance, airspace design shall be based on network-wide operational performance indicators and targets.
3. Airspace Continuum, airspace structure shall be designed as a continuum.
4. Airspace Configuration, airspace structure shall be based on airspace configurations.

### **STRUCTURE OF TERMINAL AIRSPACE**

Based on Eurocontrol (2012), where the terminal airspace is surrounded by uncontrolled airspace, the protected airspace of designated terminal routes and holding areas are to be contained within the terminal airspace in both the lateral and vertical plane. To the extent possible and when necessitated by operational requirements, the upper limit of terminal airspace should coincide with the lower limit of superimposed controlled airspace in order to provide continuous protection to IFR flight paths (Eurocontrol, 2013). Responsibility for the control of all aircraft operating within a given block of airspace shall be vested in a single air traffic control unit. However, control of an aircraft or groups of aircraft may be delegated to other air traffic control units provided that coordination between all air traffic control units concerned is assured (ICAO, 2007).

### **APPROACH CONTROL OFFICE (APP)**

1. Responsible Unit Providing APP Approach Control Service

An APP office is normally responsible for the separation of aircraft operating in accordance with the instrument flight rules (IFR) within a defined airspace around an aerodrome. Approach Control Service shall be provided (Annex 11 Air Traffic Services, 2007) by an aerodrome control tower or an ACC or an approach control unit, when it is necessary or desirable to establish a separate unit.

2. Separation Using Procedural Method

1. Aircraft on reciprocal tracks. Vertical separation shall be provided for at least ten minutes prior to and after the time the aircraft are estimated to pass, or are estimated to have passed
2. Lateral Separation Criteria and Minima
  1. By use of the same navigation aid or method. By requiring aircraft to fly on specified tracks which are separated by a minimum amount appropriate to the navigation aid or method employed (ICAO, 2007)
  2. When aircraft are operating on tracks which are separated by considerably more than the foregoing minimum figures, States may reduce the distance at which lateral separation is achieved.

### **A METHOD OF ESTABLISHING ATS ROUTES DEFINED BY VOR**

1. Protected airspace around the centre line of the route to allow for possible deviations (Annex 11, 2007):

1. VOR routes with 93 km (50 NM) or less between VORs are  $\pm 7.4$  km (4 NM);

2. VOR routes with up to 278 km (150 NM) between VORs are  $\pm 7.4$  km (4 NM) up to 46 km (25 NM) from the VOR then expanding protected airspace up to  $\pm 11.1$  km (6 NM) at 139 km (75 NM) from the VOR.
2. If two segments of a VOR-defined ATS route intersect at an angle of more than 25 degrees, additional protected airspace should be provided on the outside of the turn and also on the inside of the turn as necessary

## RESEARCH METHOD

### LOCATION

This research was conducted at the air navigation services unit known as Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR). This unit has authorized to managed the airspace of class B, that is shaped tube with horizontal dimensions of a full circle with a radius of 20 Nm, which is focused on the center of the VOR navigational aids. Meanwhile, the vertical dimension starting from the surface of the earth up to a height of 6.000 feet.

### STAGE OF RESEARCH

1. Problems identification
2. Objectives
3. Literatures review
4. Data collection
  1. Primary data, consist of the initial phase of flight begins when the aircraft started to take off until it reaches cruising altitude, the middle phase of flight begins when the aircraft reaches cruising altitude until it leave the cruising altitude ,the final phase of flight begins when the aircraft leaving cruising altitude until to a landing, and aircraft maneuvers in Ketapang Aerodrome Traffic Zone Airspace.
  2. Secondary data that consist of : air traffic flow, enroute chart, two way communication between ATC-Pilot.
1. Data Analysis
 

This research uses Airspace Organization for Procedural Control with parameters that include: separation, cruising altitude distribution, efficiency and effectiveness of air navigation services.
2. Conclusion

## DATA ANALYSIS AND DISCUSSION

### DATA ANALYSIS

**Table 1** Distance and Direction of Flights

No	Route (Location)	(ICAO Location Indicator)	Distance (Nm)	Azimuth
1	Ketapang – Pontianak	WIOK – WIOO	110,30	341
2	Ketapang – Sintang	WIOK – WIOS	144,35	039
3	Ketapang – Nanga Pinoh	WIOK – WIOG	138,47	051
4	Ketapang – Pangkalan Bun	WIOK – WAOI	115,54	118
5	Ketapang – Semarang	WIOK – WARS	362,70	179
6	Ketapang – Jakarta	WIOK – WIII	350,00	217

**Table 2** Handover Flow of Air Navigation Services Responsibilities

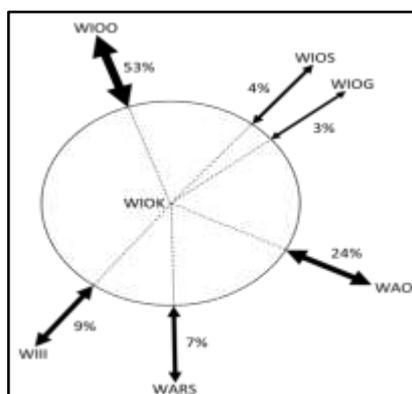
No	(Loc.Indicator)	Air Traffic Services Units Sequence
1	WIOK–WIOO	WIOK TWR–WIOO FSS–WIOO APP–WIOO TWR
2	WIOK–WIOS	WIOK TWR–WIOO FSS–WIOS AFIS
3	WIOK–WIOG	WIOK TWR–WIOO FSS–WIOG AFIS
4	WIOK–WAOI	WIOK TWR–WIOO FSS–WAOI APP/TWR
5	WIOK–WARS	WIOK TWR–WIOO FSS–WIOO APP–WIII FSS–WARS APP–WARS TWR
6	WIOK–WIII	WIOK TWR–WIOO FSS–WIOO APP–WIII ACC–WIII APP–WIII TWR

**Table 3** Percentage of Instrument Flight Rule

No	Route (Location)	Persentase Jumlah Penerbangan IFR
1	Ketapang – Pontianak	98,8%
2	Ketapang – Sintang	0%
3	Ketapang – Nanga Pinoh	0%
4	Ketapang – Pangkalan Bun	98,9%
5	Ketapang – Semarang	100%
6	Ketapang – Jakarta	100%

**Table 4** Percentage of Air Traffic Distribution From January 2013 to October 2013

No	Route (Location)	Percentage of Air Traffic Distribution	Type of Flight	
			IFR	VFR
1	Ketapang – Pontianak	53%	2.633	31
2	Ketapang – Sintang	4%	0	206
3	Ketapang – Nanga Pinoh	3%	0	151
4	Ketapang – Pangkalan Bun	24%	1.189	13
5	Ketapang – Semarang	7%	381	0
6	Ketapang – Jakarta	9%	467	0
	Total	100%	4.670	401



**Figure 1** Air traffic distribution from and to Rahadi Osman Airport

**Table 5** Cruising Altitude Distribution

No	Cruising Altitude (x 100 feet)	Flight Route (aircraft movement and it percentage in each route)							
		WIOK – WIOO	WIOO – WIOK	WIOK – WAOI	WAOI – WIOK	WIOK – WIII	WIII – WIOK	WIOK – WARS	WARS – WIOK
1	065	2 (0,15%)	-	-	-	-	-	-	-
2	075	-	46 (3,55%)	20 (3,35%)	-	-	-	-	-
3	085	431 (32,31%)	-	-	83 (14,02%)	-	-	-	-
4	095	-	969 (74,71%)	409 (75,84%)	-	-	-	-	-
5	105	852 (63,87%)	-	-	449 (75,84%)	-	-	-	5 (2,66%)
6	115	-	275 (21,20%)	160 (26,63%)	-	-	-	1 (0,52%)	-
7	125	44 (3,30%)	-	-	55 (9,29%)	-	-	-	-
8	135	-	6 (0,46%)	7 (1,17%)	-	-	-	-	-
9	145	2 (0,15%)	-	-	5 (0,84%)	-	-	-	18 (9,57%)
10	155	-	-	1 (0,17%)	-	-	-	87 (45,08%)	-
11	165	3 (0,22%)	-	-	-	-	-	-	149 (72,26%)
12	175	-	1 (0,08%)	-	-	-	-	104 (53,89%)	-
13	180	-	-	-	-	1 (0,43%)	-	-	-
14	185	-	-	-	-	-	-	-	16 (8,51%)
15	195	-	-	1 (0,17%)	-	-	-	1 (0,52%)	-
16	210	-	-	-	-	-	1 (0,43%)	-	-
17	240	-	-	-	-	232 (99,57%)	-	-	-
18	250	-	-	-	-	-	232 (99,15%)	-	-
19	270	-	-	-	-	-	1 (0,43%)	-	-

## ANALYSIS OF AIRSPACE STRUCTURE

### *Parameter of Cruising Altitude Distribution of IFR Flight*

The distribution of cruising altitude used by IFR flight showed that more than 95% of cruising altitude for WIOK – WIOO and WIOK – WAOI routes are within the uncontrolled airspace for each of these routes. Meanwhile, IFR flight for WIOK – WIII and WIOK – WARS routes, the descend process from cruising altitude to approach or climb towards to cruising altitude always pass through the uncontrolled airspace.

Annex 11 Air Traffic Services (2007) explains that the airspace is determined to provide air traffic control services to IFR flight should be in the form of the Control Area or the Control Zone. In this case, the airspace containing the arrival and departure flight paths of IFR should be appropriate as the Control Zone form.

### *Parameter of Air Navigation Services Efficiency*

1. Route of WIOK – WIII flown by aircraft type BAE 146 with a rate of descend 1.250 feet/minute, meaning that from 12.000 feet to 6.000 feet only within 4,8 minutes so it was not efficient handled by the ATS unit separately.
2. Route of WIOK - WARS flown by aircraft type ATR 72-500 with a rate of descend 900 feet/minute, meaning that from 12.000 feet to 6.000 feet only within 6,67 minutes so it was not efficient handled by the ATS unit separately.
3. Route of WIOO – WIOK pass through Pontianak CTR and Pontianak FSS airspace, it shows a lack of uniformity services in these route. Moreover, traffic conflict resolution that approaching Ketapang Air Traffic Zone (ATZ) airspace was forced to be solved by Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR).
4. Route of WIOK – WAOI. Comparisons were made with regard to the IFR flight of cruising altitude phase and approach phase in Iskandar Airport-Pangkalan Bun. The whole flight process is protected in controlled airspace consists of Pangkalan Bun TMA and CTR. Responsibility of Approach Control Services and Aerodrome Control Services are handled integrated by a single ATS unit namely Iskandar Aerodrome Control Tower (TWR). But the opposite condition occurs for IFR flight to the Rahadi Osman Airport-Ketapang. The services are not provided uniformly and handled by two different ATS units so that the traffic conflict resolution becomes inefficient.

## ANALYSIS OF AIR NAVIGATION SERVICES AUTHORITY

### *Parameter of Separation*

Route of Ketapang - Pontianak by the percentage 53% of traffic movement, conflict traffic often occur in reciprocal direction so that the in-depth discussion is necessary in order to resolve these problems. The case was taken on October 24, 2013.

**Table 6** Distance and time calculations

No	Time Segment	Travel Time	Travel Distance	Position from VOR	
1	KLS 933 ( <i>Arrival</i> )				
	a	0:00:20 – 0:02:00	1,67 minute	3 x 1,67 = 5 Nm	35 – 5 = 30 Nm
	b	0:02:00 – 0:07:00	5 minute	3 x 5 = 15 Nm	30 – 15 = 15 Nm
	c	0:07:00 – 0:09:30	2,5 minute	3 x 2,5 = 7,5 Nm	15 – 7,5 = 7,5 Nm
	d	0:09:30 – 0:12:00	2,5 minute	3 x 2,5 = 7,5 Nm	7,5 – 7,5 = 0 Nm ( <i>landed</i> )
2	KLS 941 ( <i>Departure</i> )				
	0:02:00 – 0:07:00	5 minute	3 x 5 = 15 Nm	15 Nm	

No	Time Segment	Travel Time	Travel Distance	Position from VOR
3	TGN 120 (Departure)			
	0:07:00 – 0:09:30	2,5 minute	3 x 2,5 = 7,5 Nm	7,5 Nm

Note: Simplification : Conflict involving all three of these aircraft have the same type, so that is considered the same speed

Speed : 180 knots = 3 Nm/minute

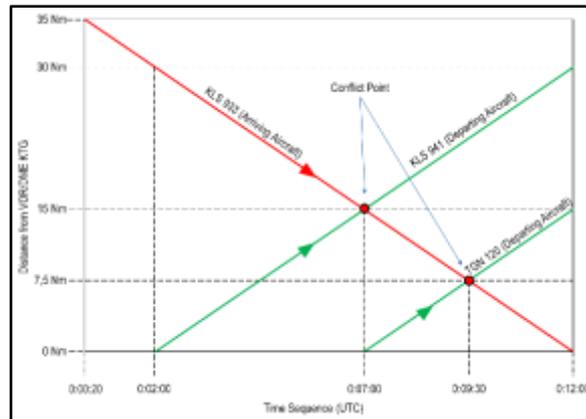
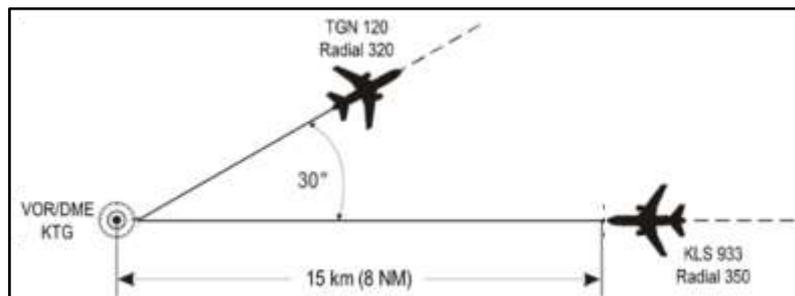


Figure 2 Traffic Conflict Graphic

First, the reciprocal track conflict between KLS 933 and KLS 941. Assuming the same speed, it is known that the estimation of the two aircraft passed each other at 0:07 UTC. The use of the technique 10 minute separation between aircraft on reciprocal tracks can not be applied. This condition is not efficient because KLS 933 will land more than 12:12 UTC. KLS 941 is taking off from runway 35 at 00:02 UTC directed to radial 335<sup>0</sup> from VOR/DME KTG and climb to cruising altitude 10.500 feet. At the same time, KLS 933 is directed to radial 350<sup>0</sup> from VOR radial/DME KTG and started to descend from a distance of 35 Nm at altitude 9.500 feet. KLS 941 reaches a distance of 15 Nm from VOR/DME KTG at a speed of 180 Knots takes 5 minute as well as KLS 933. This means that both aircraft are at a distance of 15 Nm so no need to do a height restriction in descend or climb process of both aircraft.

Second, the reciprocal track conflict between KLS 933 and TGN 120. Ten minute separation techniques use between aircraft on reciprocal tracks and lateral separation can not be applied because both aircraft at a distance of less than 15 Nm from VOR/DME KTG when passing each other, precisely at a distance of 7,5 Nm. Document 4444 Air Traffic Management (2007) explains that when aircraft are operating on tracks which are separated by considerably more than the foregoing minimum figures, States may reduce the distance at which lateral separation is achieved. Lateral separation between two aircraft exists when both aircraft are established on radials diverging by at least 30<sup>0</sup> and at least one aircraft is at a distance of 8 Nm or more from the VOR/DME KTG as seen in Figure 3 below.



**Figure 3** Lateral Separation using the same VOR (modification)

TGN 120 is taking off from runway 35 at 00:07 UTC directed to a radial 320<sup>0</sup> from the VOR/DME KTG and climb to cruising altitude. At the same time, KLS 933 is on radial 350<sup>0</sup> with a distance of 15 Nm from VOR/DME KTG. Both aircraft passed at a distance of 7,5 Nm so we need a temporary height restriction undertaken in the process of descend or climb both aircraft in order to maintain the vertical separation until TGN 120 passes a distance of 8 Nm from VOR/DME KTG. After that climb and descend process can be resumed. It should be noted that the conflict resolution techniques described above are Approach Control Services by units Approach Control Office. Meanwhile, the authority given to Rahadi Osman Aerodrome Control Tower only an Aerodrome Control Services.

### **Effectiveness of Air Navigation Services**

Based on handover flow of air navigation services responsibilities in Table 2 above, Pontianak FSS Unit unserviceable and taken over by Pontianak APP Unit. However, due to the limited range air-to-ground communications equipment between the pilot and ATC unit owned by Pontianak APP causes handover flow is reduced according to conditions on the field so that the flow of handover sequence based on the configuration of the airspace structure becomes ineffective.

**Table 7** Effectiveness of Air Navigation Services

No	Rute Destinasi	Direction	Effectiveness	Keterangan
1	Pangkalan Bun	East	Ineffective	Out of range of communication equipment
2	Jakarta	South	Ineffective	Out of range of communication equipment
3	Semarang	South	Ineffective	Out of range of communication equipment
4	Sintang	North	Ineffective	Out of range of communication equipment
5	Nangapinoh	North	Ineffective	Out of range of communication equipment
6	Pontianak	North West	Effective	In range of communication equipment

## **CONCLUSIONS**

1. The structure of Ketapang ATZ airspace is not able to accommodate the operational needs due to traffic movement of the IFR flight protected no entirely in controlled airspace that is in the airspace used by aircraft for climb and descend. In terms of the legality of the law, Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR) Unit does not have the authorization to handle air traffic outside of Aerodrome Traffic Zone (ATZ) so it may be lead to criminal sanction as in Article 429 in Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation.

2. Aerodrome Control Service authority by Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR) Unit is not able to accommodate the operational needs due to air traffic conflict of the IFR flight occurs in airspace that require Approach Control Services. In terms of the legality of the law, Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR) Unit does not have the authorization to provide Approach Control Services so it may be lead to criminal sanction as in Article 429 in Law No. 1 of 2009 on Civil Aviation.
3. Design of controlled airspace and flight route which are able to accommodate and protect traffic movement of IFR flight in Rahadi Osman Airport-Ketapang consists of:
  1. Establishing separate route of arrival and departure from Rahadi Osman Airport Ketapang to Supadio Airport Pontianak based on lateral separation using the same navigation aids VOR.
  2. Establishing of airspace structure Ketapang Control Zone (CTR) to protect the flight pattern that were previously not protected in controlled airspace. Ketapang Aerodrome Traffic Zone (ATZ) airspace and Ketapang Control Zone (CTR) airspace are integrated handled by Rahadi Osman Aerodrome Control Tower (TWR) with authority adjustments of aerodrome control services and approach control services.

## **REFERENCES**

- Anonim, 1991, *Petunjuk Penulisan Usulan Penelitian dan Tesis*, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Angkasa Pura II, 2006, *Indonesia Flight Information Regions*, En-route Chart, Jakarta
- Directorate General Civil Aviation, 2009, *Advisory Circular 170-02 Manual of Air Traffic Services Operational Procedures*, Jakarta
- Directorate General Civil Aviation, 2011, *AIRAC Aeronautical Information Publication (AIP)*, Supplement nomor 03, Jakarta
- Eurocontrol, 2012, *European Airspace Design Methodology-Guidelines*, European Route Network Improvement Plan, Part 1
- International Civil Aviation Organization, 1992, *Dokumen 9426 Air Traffic Services Planning Manual*, First Edition
- International Civil Aviation Organization, 2007, *Annex 11 Air Traffic Services*, 13th Edition
- International Civil Aviation Organization, 2007, *Dokumen 4444 ATM/501 Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management*, 15th Edition
- Ministry of Transportation, 2009, *Civil Aviation Safety Regulation 170 / KM 14 tentang Peraturan Lalu Lintas Udara*, Jakarta
- Ministry of Transportation, 2012, *Aerodrome Directory for Light Aircraft (ALA), Aeronautical Information Publication (AIP) Indonesia*, Volume IV, Amandemen 07, Jakarta
- Republik Indonesia, 2009, *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang penerbangan*

## KELAYAKAN PENGEMBANGAN JARINGAN JALAN UNTUK Mendukung INDUSTRI PERTANIAN DI KABUPATEN SUMBAWA BARAT

**Agita Risty Serena**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
P: 022-2033691; F:022-2033692  
[agitaserena@gmail.com](mailto:agitaserena@gmail.com)

**Wimpy Santosa**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
P: 022-2033691; F:022-2033692  
[wimpy@unpar.ac.id](mailto:wimpy@unpar.ac.id)

### Abstract

Transportation is one of the main points in fulfilling daily necessities of goods and services by using existing infrastructures for a particular purpose. Regency road is road that connected regencies or cities with the center of activities in an area. Development of regency road expected to gives contribution for development and equity of construction in that area. This study aims to analyze the feasibility of regency road network to support agricultural sector and to determine NPV value and BCR value of the eastern and southern ring roads of West Sumbawa Regency. Data used in this study is road length, population, and Gross Domestic Product of each production sector from 2008 until 2011. Methods used in this study are the Producer Surplus Method, NPV, and BCR. The analysis shows that eastern and southern ring roads that support agricultural sector in West Sumbawa Regency have a positive NPV value and BCR value is greater than 1, meaning that the road development is feasible.

**Keywords:** *Regency Road, GDP, Producer Surplus, NPV, BCR*

### Abstrak

Transportasi merupakan tulang punggung dalam memenuhi kebutuhan barang dan jasa sehari-hari dengan menggunakan sarana dan prasarana yang ada untuk tujuan tertentu. Jalan kabupaten merupakan ruas yang menghubungkan kabupaten/kota dengan pusat-pusat kegiatan di suatu wilayah. Pengembangan jaringan jalan kabupaten diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan dan pemerataan pembangunan di wilayah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kelayakan jaringan jalan kabupaten untuk mendukung sektor pertanian serta menentukan nilai NPV dan BCR di jalan lintas timur dan jalan lintas selatan Kabupaten Sumbawa Barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah panjang jalan, jumlah penduduk, dan Produk Domestik Regional Bruto setiap sektor produksi dari tahun 2008 sampai tahun 2011. Metode yang digunakan adalah metode produsen surplus, NPV, dan BCR. Hasil analisis menunjukkan bahwa jalan lintas timur dan jalan lintas selatan yang mendukung sektor pertanian di Kabupaten Sumbawa Barat mempunyai nilai NPV positif dan BCR lebih besar dari 1 sehingga jalan tersebut layak untuk dilaksanakan.

**Kata-kata Kunci:** *Jalan Kabupaten, PDRB, Produsen surplus, NPV, BCR*

## PENDAHULUAN

Transportasi merupakan tulang punggung dalam memenuhi kebutuhan barang dan jasa sehari-hari dengan menggunakan sarana dan prasarana yang ada untuk tujuan tertentu. Sarana dan prasarana transportasi yang berkualitas mampu meningkatkan kegiatan ekonomi masyarakat serta pembangunan fisik di wilayah tersebut. Sarana transportasi meliputi mobil, kapal laut, kereta api, pesawat udara, dan lain-lain. Prasarana transportasi meliputi jalan, pelabuhan, stasiun, bandar udara, dan lain-lain. Transportasi juga memegang peranan penting dalam menjangkau antara pulau satu ke pulau lain maupun antara wilayah-wilayah di dalam pulau tersebut.

Sarana dan prasarana transportasi adalah penunjang peningkatan ekonomi di suatu wilayah. Saat ini pemerintah Republik Indonesia sedang mencanangkan suatu strategi untuk

mengembangkan kegiatan ekonomi melalui pemanfaatan potensi sumber daya alam, demografi, letak geografis, dan transportasi yang ada pada suatu wilayah. Strategi tersebut terdapat pada suatu dokumen Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), Perpres No. 32 tahun 2011.

MP3EI merupakan langkah awal untuk mendorong Indonesia menjadi negara maju dan termasuk dalam sepuluh negara besar di dunia pada tahun 2025 melalui pertumbuhan ekonomi tinggi yang inklusif, berkeadilan, dan berkelanjutan. Salah satu wilayah yang termasuk dalam dokumen MP3EI adalah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dalam dokumen MP3EI, Nusa Tenggara Barat memiliki tema pintu gerbang pariwisata dan pendukung pangan nasional yang memprioritaskan bidang pariwisata, perikanan, dan peternakan. Dalam MP3EI, Nusa Tenggara Barat memiliki dua kawasan perhatian investasi, yang salah satunya adalah Kabupaten Sumbawa Barat.

Kabupaten Sumbawa Barat merupakan wilayah yang terletak di daerah strategis karena merupakan pintu gerbang dari Pulau Lombok menuju Pulau Sumbawa. Di Kabupaten Sumbawa Barat terdapat delapan kecamatan, yaitu Poto Tano, Seteluk, Taliwang, Brang Ene, Brang Rea, Jereweh, Maluk, dan Sekongkang. Dalam sektor perekonomian Kabupaten Sumbawa Barat memiliki sejumlah sentra produksi komoditas berupa pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan, pariwisata, dan pertambangan yang sedang berkembang. Namun sektor transportasi masih kurang mendukung sektor-sektor lainnya. Untuk mendukung penyebaran sentra produksi komoditas secara merata baik, di dalam maupun di luar Kabupaten Sumbawa Barat, dibutuhkan sarana dan prasarana transportasi yang aman, nyaman, dan cepat.

Menurut UU No. 38 tahun 2004 jalan kabupaten adalah jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. Jalan seringkali dipandang sebagai syarat utama untuk mengembangkan perekonomian di daerah perdesaan dengan menghubungkan jalan tersebut menuju kawasan perkotaan.

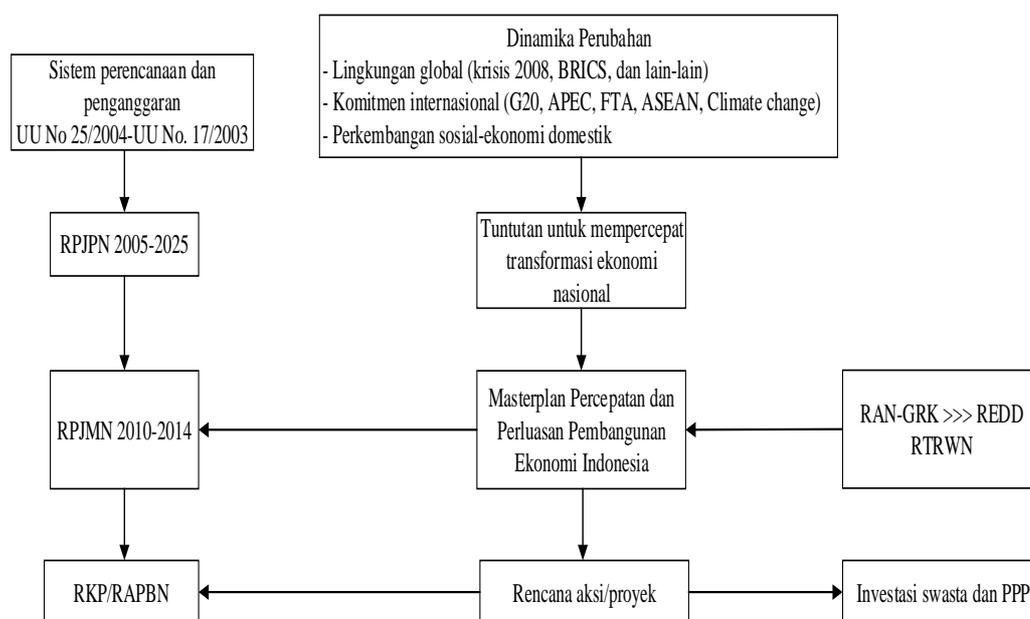
Jalan lintas timur menghubungkan Kecamatan Seteluk dan Kecamatan Brang Rea dan jalan lintas selatan menghubungkan Kecamatan Brang Ene dan Kecamatan Brang Rea. Jalan lintas timur dan jalan lintas selatan belum mendukung distribusi hasil pertanian. Pada tahun 2011 jalan kabupaten di Kabupaten Sumbawa Barat masih berada pada kondisi rusak dan rusak berat. Hal ini juga menjadikan aksesibilitas di jalan lintas timur dan lintas selatan rendah, sehingga pengiriman barang bisa mengalami keterlambatan dan bisa menyebabkan kerugian yang besar. Dengan mengembangkan jalan lintas timur dan jalan lintas selatan diharapkan dapat dihasilkan keuntungan di sektor pertanian serta memberikan kontribusi bagi pengembangan wilayah dan pemerataan pembangunan antar kecamatan di Kabupaten Sumbawa Barat. Parameter yang diukur dalam studi ini adalah panjang jalan lintas timur dan jalan lintas selatan, PDRB perkapita di sektor pertanian, serta jumlah penduduk yang tinggal di wilayah studi.

Dengan latar belakang tersebut, maka studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan pengembangan jaringan jalan di Kabupaten Sumbawa Barat dalam rangka mendukung pengembangan industri pertanian. Evaluasi kelayakan dikaitkan dengan rencana pengembangan jaringan jalan untuk mendukung tercapainya MP3EI di kawasan timur Indonesia.

## MASTERPLAN PERCEPATAN DAN PERLUASAN PEMBANGUNAN EKONOMI INDONESIA

Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) merupakan arahan strategis dalam percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia untuk periode 15 tahun, mulai tahun 2011 sampai dengan tahun 2025, dalam rangka pelaksanaan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005-2025 (UU No. 17 Tahun 2007) dalam melengkapi dokumen perencanaan. Posisi MP3EI dalam rencana pembangunan Indonesia dijelaskan dalam Gambar 1.

MP3EI memiliki pola pikir dalam percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi dalam semangat “*Not Business As Usual*”. Semangat *Not Business As Usual* mendorong pola pikir untuk lebih maju dalam penyediaan infrastruktur melalui kerjasama pemerintah dan swasta atau *Public-Private Partnership* (PPP). Pihak swasta akan berfungsi untuk menciptakan lapangan kerja dan meningkatkan investasi dan pihak pemerintah akan berfungsi sebagai regulator, fasilitator, dan katalisator. Untuk mempercepat implementasi MP3EI, maka diperlukan pengembangan metode pembangunan infrastruktur sepenuhnya oleh dunia usaha yang dikaitkan dengan kegiatan produksi.



**Gambar 1.** Posisi MP3EI Dalam Rencana Pembangunan Pemerintah (Kementerian Perekonomian Republik Indonesia, 2011)

Terdapat enam koridor pengembangan ekonomi yang terkait dengan MP3EI. Koridor Sumatera akan memfokuskan pada sentra produksi dan pengolahan hasil bumi dan lumbung energi nasional, Koridor Jawa sebagai pendorong industri dan jasa nasional, Koridor Kalimantan sebagai pusat produksi dan pengolahan hasil tambang dan lumbung energi nasional, Koridor Bali-Nusa Tenggara sebagai pintu gerbang pariwisata nasional dan pendukung pangan nasional, Koridor Sulawesi-Maluku Utara sebagai pusat produksi dan pengolahan hasil pertanian, perkebunan, dan perikanan nasional, serta Koridor Papua-Maluku sebagai pengolahan sumber daya alam yang melimpah dan sumber daya manusia (SDM) yang sejahtera.

Berdasarkan skenario koridor pengembangan ekonomi tersebut, terutama untuk koridor V Bali-Nusa Tenggara, diperlukan penyediaan ruang untuk sarana dan prasarana pendukung. Aksesibilitas merupakan suatu hal yang sangat diperlukan dalam pengembangan koridor ekonomi Bali-Nusa Tenggara. Terkait dengan wilayah studi, diperlukan tatanan sistem transportasi yang terintegrasi dalam wilayah studi maupun dengan wilayah sekitarnya yang masih termasuk dalam pengembangan ekonomi Bali-Nusa Tenggara.

Koridor Bali-Nusa Tenggara diposisikan sebagai “Pintu Gerbang Pariwisata dan Pendukung Pangan Nasional”. Selain itu Koridor Bali-Nusa Tenggara memiliki potensi tinggi di bidang ekonomi dan sosial dengan kegiatan-kegiatan unggulannya. Diperlukan percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi yang akan difokuskan pada 3 (tiga) kegiatan utama, yaitu pariwisata, perikanan, dan peternakan.

## METODE

### Kriteria Investasi Proyek

Menurut Gray (1992), tujuan analisis proyek adalah untuk mengetahui tingkat keuntungan yang dapat dicapai melalui investasi dalam suatu proyek, menghindari pemborosan sumber daya, yaitu dengan menghindari pelaksanaan proyek yang tidak menguntungkan, mengadakan penilaian terhadap peluang investasi yang ada, sehingga kita dapat memilih alternatif proyek yang paling menguntungkan, serta menentukan prioritas investasi. Untuk mengetahui tingkat keuntungan suatu calon proyek, perlu dihitung benefit dan biaya yang diperlukan sepanjang umur proyek. Dalam upaya mencari ukuran penerimaan, penolakan dan pengurutan suatu proyek, telah dikembangkan berbagai cara yang disebut kriteria investasi. Pada penelitian ini kriteria investasi yang digunakan adalah *Net Present Value* (NPV) dan *Benefit Cost Ratio* (BCR). Semua kriteria ini menggunakan perhitungan nilai sekarang (*present value*) dari arus benefit dan biaya selama umur proyek.

### Nilai Sekarang Bersih

Nilai Sekarang Bersih atau *Net Present Value* (NPV) merupakan nilai saat ini yang diperoleh dari seluruh komponen manfaat yang ada selama umur rencana (PV manfaat) dikurangi dengan komponen biaya proyek yang telah dikeluarkan (PV biaya). Dalam hal ini menggunakan besaran netto (setelah diskon) dan secara matematis nilai NPV dapat ditulis sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{Bt-Ct}{(1+i)^t} \quad (1)$$

dengan:

NPV = Nilai Sekarang Bersih

Bt = Komponen manfaat pada tahun n

Ct = Komponen biaya pada tahun n

i = Tingkat suku bunga

n = Umur ekonomi proyek

NPV yang bernilai positif menunjukkan bahwa proyek menguntungkan dan layak untuk dilaksanakan, sedangkan NPV yang bernilai negatif menunjukkan bahwa proyek tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dilaksanakan.

### Rasio Manfaat Biaya

Rasio manfaat biaya atau *Benefit Cost Ratio* (BCR) merupakan perbandingan antara nilai PV manfaat dengan nilai PV biaya. Proyek dinyatakan layak apabila memperoleh nilai BCR lebih besar dari satu, sedangkan proyek dinyatakan tidak layak apabila memperoleh nilai BCR lebih kecil dari satu.

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+i)^t}} \quad (2)$$

dengan:

Bt = Komponen manfaat pada tahun n

Ct = Komponen biaya pada tahun n

i = Tingkat suku bunga

n = Umur ekonomi proyek

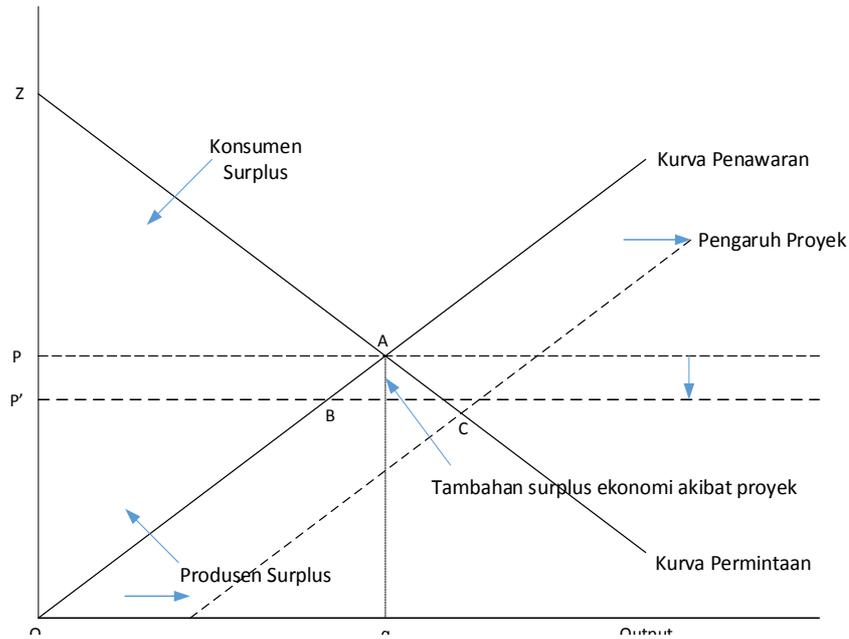
### Konsep Konsumen Surplus dan Produsen Surplus

Penghematan yang dinikmati konsumen berdasarkan penurunan harga disebut konsumen surplus (Gray, 1992). Penghematan tersebut harus dipertimbangkan dalam perhitungan benefit proyek. Pengaruh harga yang lebih rendah tak hanya dirasakan oleh konsumen, tetapi juga oleh produsen yang telah menghasilkan produk yang sama sebelum adanya proyek. Jumlah kelebihan harga atas biaya marjinal disebut produsen surplus.

Pada Gambar 2 diperlihatkan hubungan antara konsumen surplus dan produsen surplus. Harga ekuilibrium sebelum adanya proyek, yaitu titik P, konsumen surplus ditentukan pada daerah ZAP, sedangkan produsen surplus ditentukan pada daerah PAO. Tiap tingkat penawaran sampai dengan titik A terdapat konsumen yang bersedia membayar harga yang lebih tinggi dari P. Batas harga, yaitu titik Z, merupakan kesediaan konsumen untuk membayar harga yang sangat tinggi apabila jumlah barang yang tersedia hanya satu unit. Dalam keadaan yang berlaku pada penawaran barang sejumlah q, konsumen dapat memperoleh barang pada harga sebesar P. Dengan demikian, daerah ZAP merupakan manfaat atau penghematan yang dinikmati konsumen berdasarkan kondisi penawar barang tersebut.

Produsen bersedia menawarkan harga sangat rendah jika permintaan akan barang sangat terbatas. Pada kondisi permintaan yang berlaku, produsen dapat naik sepanjang kurva penawaran sehingga harga jualnya menjadi sebesar titik P. Dengan kata lain, adanya harga seragam memungkinkan produsen untuk menjual bagian produksinya yang dihasilkan pada harga P dengan biaya yang lebih rendah dari titik P. Hal tersebut menguntungkan bagi produsen yang ditunjukkan pada daerah PAO.

Kurva penawaran yang bergeser ke kanan mengakibatkan konsumen surplus naik, sedangkan produsen surplus menjadi turun. Jumlah dari konsumen surplus dan produsen surplus disebut surplus ekonomi yang berlaku pada tingkat produksi atau konsumsi sebesar titik q. Pergeseran kurva penawaran sejauh BC mengakibatkan harga barang turun ke titik P' sehingga konsumen surplus naik ke ZCP', sedangkan produsen surplus turun ke P'BO. Dalam jumlah yang diukur oleh segitiga ABC, kenaikan konsumen surplus sebesar PACP' melebihi penurunan produsen surplus sebesar PABP' sehingga perubahan surplus ekonomi, yaitu PACP'-PABP'=ABC yang selalu positif dalam kondisi normal.

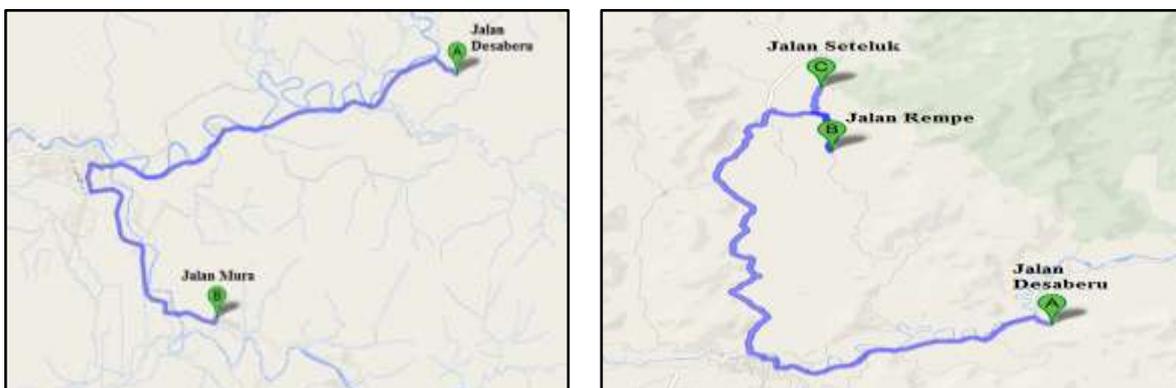


Gambar 2. Konsumen dan Produsen Surplus (Gray, 1992)

## DATA DAN ANALISIS

### Data Panjang Jalan

Dari delapan kecamatan yang ada di Kabupaten Sumbawa Barat, namun hanya tiga yang dibahas dalam studi ini, yaitu kecamatan Seteluk, kecamatan Brang Rea, dan kecamatan Brang Ene. Kecamatan Seteluk dan kecamatan Brang Rea dihubungkan oleh jalan Desaberu-jalan Rempe-jalan Seteluk. Kecamatan Brang Rea dan kecamatan Brang Ene dihubungkan oleh jalan Desaberu-jalan Mura. Jalan Desaberu-jalan Rempe-jalan Seteluk memiliki panjang jalan yaitu 28,4 km dan jalan Desaberu-jalan Mura memiliki panjang jalan yaitu 13,4 km. Gambar 3 menunjukkan rute jalan Desaberu-jalan Rempe-jalan Seteluk dan rute jalan Desaberu-jalan Mura.



Gambar 3. Rute Jalan Desaberu-Rempe-Seteluk dan Rute Jalan Desaberu-Mura (GoogleMaps, 2013)

### PDRB Perkapita Kabupaten Sumbawa Barat

PDRB perkapita merupakan hasil bagi PDRB dibagi dengan jumlah penduduk tiap tahun. PDRB perkapita dapat menggambarkan tingkat kemakmuran masyarakat di suatu daerah. Sektor yang ditinjau dalam analisis ini adalah sektor pertanian. Data PDRB yang digunakan terhitung dari tahun 2008 sampai pada tahun 2011. Pada analisis ini tidak memperhitungkan PDRB sektor pertambangan dan penggalian (non migas) karena letak tinjauan analisis jauh dari lokasi sektor pertambangan dan penggalian yang dikelola oleh PT. Newmont Nusa Tenggara. Pada Tabel 1 disajikan data PDRB Kabupaten Sumbawa Barat tahun 2008 sampai tahun 2011.

**Tabel 1.** PDRB Menurut Lapangan Usaha Berdasarkan Harga Berlaku Tahun 2008-2011 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa Barat, 2012)

No	Lapangan Usaha	PDRB (juta Rupiah)			
		2008	2009	2010	2011
1	Pertanian	216.480	231.776	257.381	288.273
2	Industri Pengolahan	16.987	19.076	20.067	21.712
3	Listrik, Gas & Air Minum	2.605	3.075	3.507	3.923
4	Bangunan & Konstruksi	109.662	145.084	176.253	202.631
5	Perdagangan, Hotel & Restoran	144.946	170.181	194.278	226.421
6	Angkutan & Komunikasi	85.028	90.896	99.121	110.746
7	Keuangan, Persewaan & Jasa	18.537	21.234	23.754	26.528
8	Jasa-jasa	63.151	77.671	89.727	103.798
Total PDRB		657.397	758.993	864.088	984.031

Dari data PDRB tersebut dapat ditentukan kontribusi PDRB di sektor pertanian terhadap PDRB total adalah sebesar 30,44%. Peningkatan PDRB tidak terlepas dari peningkatan penduduk di Kabupaten Sumbawa Barat. Jumlah penduduk Kabupaten Sumbawa Barat dari tahun 2008 sampai tahun 2011 ditunjukkan pada Tabel 4.2 untuk jalan lintas timur dan Tabel 4.3 untuk jalan lintas selatan. Dari total PDRB dan jumlah penduduk tiap tahun, maka dapat ditentukan PDRB perkapita adalah Rp. 6,63 juta untuk tahun 2008, Rp. 7,51 juta untuk tahun 2009, Rp. 7,52 juta untuk tahun 2010, dan Rp. 8,47 juta untuk tahun 2011. Untuk jalan lintas timur yang menghubungkan 2 kecamatan, yaitu kecamatan Seteluk dan kecamatan Brang Rea didapat jumlah penduduk adalah 25.411 orang di tahun 2008, 25.944 orang di tahun 2009, 27.922 orang di tahun 2010, 28.134 orang di tahun 2011, sedangkan untuk jalan lintas selatan yang menghubungkan kecamatan Brang Rea dan kecamatan Brang Ene didapat jumlah penduduk adalah 15.851 orang di tahun 2008, 16.180 orang di tahun 2009, 17.586 orang di tahun 2010, 17.762 orang di tahun 2011.

Dari data PDRB dan data penduduk di dua kecamatan di jalan lintas timur dapat ditentukan pertumbuhan PDRB, yaitu 13,4% di tahun 2009, 7,2% di tahun 2010, 11,9% di tahun 2011, sehingga rata-rata pertumbuhan PDRB adalah 10,8%. Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Seteluk dan Kecamatan Brang Rea adalah 2,05% di tahun 2009, 7,3% di tahun 2010, 0,77% di tahun 2011, sehingga rata-rata pertumbuhan penduduk adalah 3,38%. Pada jalan lintas selatan didapat juga pertumbuhan PDRB, yaitu 13,4% di tahun 2009, 8,1% di tahun 2010, 12,2% di tahun 2011, sehingga didapat rata-rata pertumbuhan PDRB adalah 11,2%. Pertumbuhan penduduk di Kecamatan Brang Rea dan Kecamatan Brang Ene

adalah 2% di tahun 2009, 6,9% di tahun 2010, 0,99% di tahun 2011, sehingga rata-rata pertumbuhan penduduk adalah 3,33%.

### **Produsen Surplus, Net Present Value, dan Benefit Cost Ratio**

Dari hasil proyeksi yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diperoleh surplus (keuntungan) dari melaksanakan proyek pengembangan jalan lintas timur dan lintas selatan. Nilai surplus didapat dari hasil pengurangan dengan adanya proyek pengembangan jalan dan tanpa adanya proyek pengembangan jalan. Nilai surplus terlihat pada saat awal pemeliharaan jalan setelah adanya pelebaran sebesar 2 m.

Untuk biaya pekerjaan untuk pelebaran jalan selebar 2 m di jalan lintas timur adalah Rp. 249.852.149.416,-, sedangkan biaya pekerjaan untuk pelebaran jalan selebar 2 m di jalan lintas selatan adalah Rp. 117.887.985.992,-. Dari total biaya pekerjaan tersebut, 1% dari biaya pelebaran jalan digunakan untuk perencanaan pengembangan jalan dan sisanya untuk pelaksanaan pengembangan jalan.

*Net Present Value* merupakan nilai dari pendapatan di masa yang akan datang dikurangi dengan pengeluaran pada saat ini. Umur rencana dari pendapatan dan pengeluaran adalah 12 tahun. Tingkat suku bunga yang dipakai adalah sebesar 12,75%. Dari analisis dengan membandingkan pendapatan dan pengeluaran jalan lintas timur dan lintas selatan dengan pengaruh tingkat suku bunga, maka dapat dihasilkan NPV jalan lintas timur adalah Rp. 24.883.693.223,- dan NPV jalan lintas selatan adalah Rp. 22.048.728.987,-.

**Tabel 2.** Surplus Jalan Lintas Timur dan Jalan Lintas Selatan Tahun 2008-2025 (Rupiah)

Tahun	Jalan Lintas Timur	Jalan Lintas Selatan
2008	-	-
2009	-	-
2010	-	-
2011	-	-
2012	-	-
2013	-	-
2014	-	-
2015	-	-
2016	-	9.444.857.622
2017	24.477.909.553	13.153.411.117
2018	33.102.482.208	17.809.871.985
2019	43.854.220.715	23.623.390.877
2020	57.192.917.046	30.845.948.054
2021	73.671.157.523	39.780.739.010
2022	93.952.286.124	50.792.153.797
2023	118.831.750.231	64.317.646.643
2024	149.262.453.455	80.881.846.809
2025	186.384.853.839	101.113.325.828

*Benefit Cost Ratio* merupakan nilai dari pendapatan di masa yang akan datang dibagi dengan pengeluaran pada saat ini. Suatu proyek pengembangan jalan dikatakan layak dan menguntungkan apabila BCR menunjukkan lebih besar dari 1. *Discount rated* pada analisis ini adalah 12,75%. Dengan membandingkan jumlah manfaat pengembangan jalan dan

jumlah biaya untuk pelebaran jalan di jalan lintas timur dan lintas selatan, didapat BCR di jalan lintas timur sebesar 1,13 dan BCR di jalan lintas selatan sebesar 1,25. Hal tersebut membuktikan bahwa proyek pengembangan jalan lintas timur dan jalan lintas selatan layak untuk dilaksanakan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa jalan lintas timur, yang menghubungkan jalan Desaberu-jalan Rempe-Jalan Seteluk, dan jalan lintas selatan, yang menghubungkan jalan Desaberu-jalan Mura, memiliki nilai surplus yang terus meningkat. Hasil ini menunjukkan bahwa program MP3EI berpengaruh pada pengembangan wilayah lokasi jalan-jalan tersebut.

Analisis kelayakan di jalan lintas timur memberikan nilai NPV sebesar Rp. 24.883.693.223,- dan nilai BCR sebesar 1,13, sedangkan jalan lintas selatan memberikan nilai NPV sebesar Rp. 22.048.728.987,- dan nilai BCR sebesar 1,25. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa jalan lintas timur dan jalan lintas selatan layak untuk dikembangkan.

## REFERENSI

- Adisasmita, S.A. (2011). *Perencanaan Pembangunan Transportasi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa Barat. (2012). *Sumbawa Barat Dalam Angka 2012*, Taliwang.
- Husnan, S., dan Suwarsono. (1994). *Studi Kelayakan Proyek*. UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Kadariah., Karina, L., Gray, C. (1992). *Pengantar Evaluasi Proyek*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2011). *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025*, Jakarta.
- Khisty, C.J. (1990). *Transportation Engineering an Introduction*. Prentice-Hall, Inc., Chicago, Il.
- McCarthy, P.S. (2001). *Transportation Economics*. Blackwell Publisher Ltd., Oxford.
- Papacostas, C.S. (1987). *Fundamentals of Transportation Engineering*. Prentice-Hall, Inc., Branchville.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2005). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM.49 Tahun 2005 Tentang Sistem Transportasi Nasional (Sistranas)*, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 42/PRT/M/2007 Tentang Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur*, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*, Jakarta.
- Susantono, B. (2013). *Transportasi dan Investasi*. Penerbit Buku Kompas, Jakarta.

## KAJIAN MITIGASI KONGESTI BANDARA

### Fadrinsyah Anwar

Ph.D. Student, School of Architecture,  
Planning & Policy Development  
Bandung Institute of Technology  
Jl. Ganesha 10, Bandung  
[fad.anwar@gmail.com](mailto:fad.anwar@gmail.com)

### Pradono

Lecturer on School of Architecture,  
Planning & Policy Development  
Bandung Institute of Technology  
Jl. Ganesha 10, Bandung  
[pradono@pl.itb.ac.id](mailto:pradono@pl.itb.ac.id)

### Heru Purboyo

Lecturer on School of Architecture,  
Planning & Policy Development  
Bandung Institute of Technology  
Jl. Ganesha 10, Bandung  
[purboyohp@gmail.com](mailto:purboyohp@gmail.com)

### Ofyar Z. Tamin

Professor on Department of  
Civil & Environmental Engineering  
Bandung Institute of Technology  
Jl. Ganesha 10, Bandung  
[ofyar@trans.si.itb.ac.id](mailto:ofyar@trans.si.itb.ac.id)

### Abstract

The increasing of air transportation traffic that is beyond the existing airport capacity leads to the airport congestion problem. Handling the airport congestion problem can be done by increasing the airport capacity. There are many studies conducted to assess airport capacity. This study used a different approach in analyzing the airport capacity. We use subjective approach that explore the perception of managers as the actors involved in the decision-making process. By using the theory of probabilistic causality, we analyzed the factors that contribute in increasing the capacity of the airport, as well as the impact on the costs and the benefits. This paper is limited to the descriptive analysis, as the basis for further studies.

**Key Words:** *airport congestion, capacity decision, causality*

### Abstrak

Meningkatnya trafik angkutan udara yang tidak diimbangi dengan ketersediaan kapasitas bandara yang memadai menyebabkan terjadinya masalah kongesti bandara. Penanganan masalah kongesti bandara dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kapasitas dari fasilitas bandara. Telah banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengkaji peningkatan kapasitas bandara. Penelitian ini menggunakan pendekatan yang berbeda dalam menganalisis peningkatan kapasitas bandara, dimana menggunakan pendekatan subyektif yang menggali data persepsi para manajer sebagai pelaku yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan. Dengan menggunakan teori kausalitas probabilistik dianalisis faktor-faktor yang berperan dalam peningkatan kapasitas bandara, dampak terhadap biaya, dan manfaat terhadap bandara dan pengguna jasa. Dalam tulisan ini dibatasi pada hasil analisis deskriptif yang merupakan dasar untuk kajian lanjutan.

**Kata kunci :** *kongesti bandara, keputusan kapasitas, kausalitas*

## LATAR BELAKANG

Pertumbuhan pengguna jasa transportasi udara secara umum terus mengalami peningkatan. Menurut World Bank (2012), pertumbuhan rata-rata pergerakan pesawat udara di dunia antara tahun 2000-2010 mencapai 2,6%. Sementara di Indonesia pertumbuhan rata-rata trafik penumpang angkutan udara nasional dalam lima tahun terakhir adalah 15,4% untuk angkutan domestik dan 12,8% untuk angkutan internasional (DJU, 2011). Peningkatan ini disebabkan oleh beberapa faktor pendorong seperti pertumbuhan ekonomi nasional yang tinggi, peningkatan investasi asing serta pengaruh liberalisasi pasar. pertumbuhan ekonomi memberikan banyak peluang untuk tumbuhnya jasa penerbangan di Indonesia. Disamping itu, kondisi geografi Indonesia yang luas dan terdiri dari banyak pulau turut memberikan andil terhadap peningkatan kebutuhan angkutan udara. Namun demikian peningkatan pertumbuhan pengguna jasa transportasi udara tersebut tidak diimbangi dengan adanya peningkatan kapasitas di bandara. sehingga pada bandara yang memiliki trafik tinggi sering

terjadi permasalahan kongesti, karena penggunaan fasilitas melebihi kemampuan kapasitas yang ada. hal ini berdampak pada terjadinya penurunan kualitas pelayanan, seperti seringnya terjadi penundaan keberangkatan pesawat, terjadinya antrian yang panjang pada check-in counter, dan sebagainya.

Penanganan atau mitigasi masalah kongesti bandara menurut peran *Air Traffic Flow Management* (ATFM) ada dua cara yaitu dengan cara meningkatkan kapasitas bandara, dan dengan menggunakan teknik manajemen permintaan (Harsha, 2009). Peningkatan kapasitas bandara dilakukan dengan beberapa cara, seperti menambah landasan dan membangun bangunan terminal baru. Namun banyaknya persoalan yang dihadapi dalam mengembangkan bandara memerlukan adanya kajian komprehensif, seperti analisa cost-benefit (Cohen dan Coughlin, 2003), serta membutuhkan persetujuan dari publik (Niemeier, 2013). Disamping itu, peningkatan kapasitas bandara dapat juga dilakukan dengan cara mengefisienkan penggunaan kapasitas landasan melalui peningkatan air traffic flow management (Peterson, dkk (1995), Gilbo (1997), Bubalo (2011), Banhart dkk (2012)). Sedangkan Teknik manajemen permintaan dimaksudkan untuk mereduksi penggunaan fasilitas bandara (landasan), seperti melalui manajemen atau alokasi slot (Harsha (2009), Basso dan Zhang (2010)), atau menerapkan tarif kongesti (Martin dan Betancor, (2006), Morrison dan Winston (2007)).

Kajian-kajian kapasitas yang telah dilakukan umumnya menggunakan pendekatan analitik baik dengan model deterministik maupun model simulasi, belum melibatkan unsur ketidakpastian sebagai salah satu unsur pemodelan. Ketidakpastian menjadi sesuatu hal yang pasti harus dihadapi pada setiap proses pengambilan keputusan, termasuk pengambil keputusan terkait strategi dan operasional peningkatan kapasitas. Faktor *trade-off* dalam setiap keputusan kapasitas, membutuhkan adanya penilaian terhadap setiap pilihan, yang berasal dari pertimbangan (*judgement*) dari pelaku (aktor) pengambil keputusan di bandara. Mitigasi kongesti bandara dipengaruhi oleh peningkatan kapasitas fasilitas-fasilitas yang ada secara terintegrasi dalam sistem bandara. Peningkatan kapasitas mempertimbangkan beberapa hal yaitu pengaruh terhadap biaya, profit bandara dan benefit kepada pengguna jasa. Proses peningkatan kapasitas ditentukan beberapa pelaku pengambil keputusan (keputusan manajerial), yang mana dipengaruhi oleh persepsi atau pemahaman pelaku pengambil keputusan. Kajian dalam tulisan ini bertujuan untuk mempelajari dan memahami bagaimana persepsi pengambil keputusan (manajer) di bandara dalam penanganan masalah kongesti. Penelitian ini diawali dengan kajian literatur dan dilanjutkan dengan penentuan variabel-variabel penelitian. Kemudian dilakukan survei untuk mendapatkan persepsi kondisional dari pakar (manajer, analis) dalam penyusunan strategi dan kebijakan bandara terkait penanganan masalah kongesti. Hasil survei yang telah dilakukan diuraikan dalam bab pembahasan, dan pada bagian akhir tulisan akan disampaikan kesimpulan.

## **KAJIAN LITERATUR**

Penanganan masalah kongesti menjadi penting bagi bandara guna dapat mereduksi terjadinya penundaan pesawat yang diakibatkan padatnya penggunaan landasan, ataupun mengurangi antrian dan kepadatan yang terjadi di terminal penumpang. Berdasarkan peran Air Traffic Flow Management (ATFM), mitigasi kongesti bandara ada dua cara yaitu dengan meningkatkan kapasitas bandara dan menggunakan teknik manajemen demand (Harsha, 2009). Peningkatan kapasitas bandara dapat dilakukan dengan cara mengembangkan atau membangun fasilitas bandara baru seperti pembangunan landasan

dan perluasan terminal penumpang. Namun mengembangkan atau menambah baru fasilitas bandara seperti membangun landasan baru sering menghadapi beberapa permasalahan seperti membutuhkan dana yang besar, dampak lingkungan, ketersediaan lahan, proses perijinan yang panjang serta pertimbangan politik (Barnhart, dkk, 2012), sehingga perlu adanya persetujuan dari publik (Niemeier, 2013). Selain itu peningkatan kapasitas yang dilakukan juga akan berimplikasi pada struktur biaya bandara (Betancor dan Rendeiro, 1999). Cohen dan Coughlin (2003) menjelaskan pula bahwa meskipun pengembangan bandara dapat menjadi solusi untuk mengurangi masalah kongesti yang terjadi, namun pengembangan bandara itu sendiri merupakan pekerjaan yang kompleks serta membutuhkan biaya yang besar, sehingga perlu mempertimbangan biaya dan benefitnya. Lain halnya dengan penggunaan teknik manajemen demand untuk mitigasi kongesti bandara. Teknik manajemen demand dimaksudkan untuk mengurangi atau membatasi penggunaan fasilitas bandara agar tidak terjadi persoalan kekurangan kapasitas (lack capacity). Berdasarkan kajian-kajian yang telah dilakukan, pembatasan atau reduksi penggunaan fasilitas bandara dalam hal ini landasan pacu, dilakukan dengan dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah melalui manajemen atau alokasi slot. Pengaturan slot menyebabkan jumlah pesawat yang beroperasi menjadi terbatas, yang pada akhirnya secara efektif kongesti dapat dikontrol dan dioptimalkan (Czerny, 2010). Penentuan pengguna slot dilakukan melalui mekanisme penawaran atau pelelangan slot kepada maskapai penerbangan. (Basso dan Zhang, 2010). Dalam melelangkan slot, ada dua aspek yang perlu dipertimbangkan yaitu penilaian maskapai penerbangan terhadap slot yang ditawarkan dan aturan pelelangan (Harsha, 2009). Selanjutnya pendekatan kedua adalah penerapan tarif kongesti, khususnya pada jam-jam sibuk. Penerapan tarif kongesti ini mempertimbangkan adanya biaya yang ditimbulkan akibat adanya penundaan atau keterlambatan. Janic (2005) menjelaskan bahwa biaya kongesti setara dengan total keterlambatan marjinal eksternal. Efisiensi tarif kongesti terjadi apabila pemberlakuannya dapat mempengaruhi keputusan penerbangan (Janic, 2005).

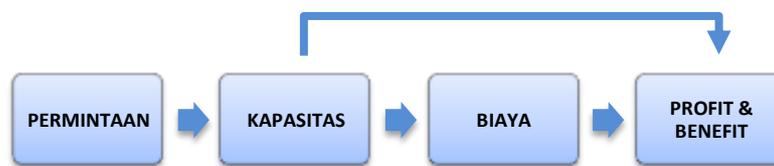
Meningkatnya kebutuhan tambahan kapasitas baru, dapat ditangani pula dengan cara mengoptimalkan kemampuan fasilitas yang ada. Menurut Barnhart, dkk (2012) dengan adanya beberapa kendala dalam membangun fasilitas landasan baru, masalah kekurangan kapasitas dapat diatasi melalui manajemen kapasitas dan permintaan serta meningkatkan kapasitas secara marjinal. Peningkatan kapasitas marjinal merupakan tindakan jangka pendek untuk mengatasi persoalan kekurangan kapasitas akibat terjadinya kenaikan trafik melebihi prediksi yang telah dibuat. Sebagaimana disebutkan oleh Roosens (2008) bahwa optimasi kapasitas eksisting sebaiknya dijadikan solusi jangka pendek dalam mengatasi permasalahan kongesti bandara yang terjadi, sebelum solusi jangka panjangnya yaitu membangun fasilitas bandara yang baru. Pada dasarnya optimalisasi kapasitas fasilitas eksisting dilakukan dengan menganalisis alir pergerakan yang terjadi di bandara. Kondisi-kondisi yang ada di bandara udara, terutama terkait alir pergerakan pesawat di sisi udara maupun pergerakan penumpang di terminal dianalisis untuk menemukan permasalahan yang menghambat kelancaran pergerakannya guna dapat diminimalisir. Telah banyak kajian yang dilakukan untuk menganalisis kapasitas dari fasilitas bandara yang ada. Chambers, dkk (1975) menguraikan kajian-kajian yang telah dilakukan untuk menganalisis kapasitas bandara, dimana dapat dikelompokkan menjadi empat sub sistem yaitu akses bandara, gedung terminal, apron dan sisi udara. Dijelaskan bahwa analisis dalam menyusun model kapasitas menggunakan dua pendekatan yaitu pendekatan analitik dan pendekatan simulasi. Menurut kajian-kajian yang telah dilakukan tersebut pada dasarnya mengkaji kapasitas dari masing-masing fasilitas secara independen, sehingga belum terlihat adanya interaksi antara fasilitas-fasilitas dalam satu sistem bandara.

Kajian-kajian peningkatan kapasitas eksisting yang telah dilakukan umumnya menggunakan pendekatan analitik dengan data empiris yang diperoleh berdasarkan data historis hasil pengamatan dan pencatatan. Belum terlihat adanya keterlibatan pihak pengelola bandara sebagai pelaku (aktor) pengambil keputusan terkait strategi dan operasional peningkatan kapasitas. Zografos, dkk (2013) menjelaskan bahwa pengambilan keputusan dari pengelola bandara untuk meningkatkan kinerja bandara menjadi penting dalam mengantisipasi kejadian kongesti di bandara. Dijelaskan pula bahwa perlu adanya sistem pendukung keputusan (*decision support systems*) yang dapat memberikan beragam informasi seperti perilaku entitas yang terlibat di bandara (a.l. pesawat, penumpang pesawat), elemen bandara (a.l. sistem runway, terminal ) dan ukuran kinerja bandara (a.l. kapasitas, keterlambatan, keselamatan, keamanan). Mitigasi masalah kongesti bandara terkait dengan keputusan-keputusan yang diambil oleh pengelola bandara akan berdampak terhadap performa bandara dalam melayani pengguna jasa bandara maupun terhadap performa bandara dalam menghasilkan profit. Penyelenggara bandara sesuai dengan fungsinya perlu senantiasa memperhatikan tingkat pelayanan yang diberikan kepada pengguna jasa, sesuai standar yang telah ditetapkan. Dengan demikian para manajer dalam menangani masalah kekurangan kapasitas, akan memaksimalkan upaya untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan. Namun demikian keputusan untuk meningkatkan kapasitas dari fasilitas yang ada kemungkinan besar memberikan dampak terhadap peningkatan biaya. Tindakan peningkatan kapasitas seperti penambahan fasilitas check-in counter serta pengaturan kembali tata letak di daerah baggage claim dapat berimplikasi terhadap penambahan biaya, yang pada akhirnya dapat mempengaruhi pemasukan atau profit bagi bandara. Oleh karenanya keputusan-keputusan tersebut mengandung unsur ketidakpastian sebagai akibat adanya *trade-off* yang harus diputuskan oleh para manajer di bandara.

Proses perumusan keputusan peningkatan kapasitas bandara melibatkan beberapa pelaku pengambil keputusan (keputusan manajerial). Persepsi atau pemahaman pelaku pengambil keputusan dipengaruhi latar belakang maupun lingkungan tempat bekerja. Disamping itu para pelaku pengambil keputusan tidak dalam satu sistem sehingga tidak memiliki akses untuk mendapatkan seluruh informasi yang dibutuhkan (*incomplete information*). Adanya gap dalam pengetahuan tersebut berdampak dalam pengambilan keputusan serta menyebabkan timbulnya ketidakpastian (Tannert dkk, 2007). Ada banyak hal yang perlu dipertimbang dalam keputusan untuk meningkatkan kapasitas (Armistead dan Clark, 1991). Menurut Bernoulli dalam Kahneman dan Tversky (1983), dalam mengevaluasi suatu prospek, orang lebih condong berdasarkan nilai subjektif atas hasil yang akan diperoleh daripada berdasarkan ekspektasi hasil moneter yang akan diperoleh. Nilai subjektif dari suatu outcome dinilai (bobot) berdasarkan probabilitasnya. Selanjutnya Kahneman dan Tversky (1983) menjelaskan bahwa pengambilan keputusan berdasarkan dua hal yaitu berdasarkan *experience value* (tingkat kepuasan berdasarkan pengalaman) dan *decision value* (kontribusi dariantisipasi *outcomes*). Banyaknya pemangku kepentingan di bandara menyebabkan beragamnya kepentingan dan prioritas, yang mana mempengaruhi dalam pengambilan keputusan terkait peningkatan kinerja bandara (Zografos, dkk (2013)).

## KERANGKA KONSEPTUAL DAN VARIABEL PENELITIAN

Kerang konseptual dibangun berdasarkan konsep perencanaan bandara yang menunjukkan bahwa kebutuhan kapasitas fasilitas bandara ditentukan berdasarkan prediksi permintaan angkutan udara. Untuk penyediaan fasilitas sesuai kapasitas yang dibutuhkan akan menyebabkan timbulnya biaya yang harus ditanggung oleh pengelola bandara. Bagi bandara masalah timbulnya biaya tersebut akan bermasalah apabila tidak dapat ditutupi oleh tambahan penerimaan yang diperoleh dengan adanya penambahan kapasitas. Demikian pula dalam menyiapkan tambahan kapasitas, pihak bandara perlu meyakini bahwa hal tersebut akan dapat memberikan manfaat atau benefit bagi pengguna jasa (penumpang dan maskapai penerbangan). Berdasarkan uraian diatas, maka disusun kerangka konseptual dengan faktor-faktor yang dijadikan sebagai kerangka kerja penelitian ini (gambar 1).



**Gambar 1.** Kerangka konseptual

Faktor permintaan (*demand*) merupakan faktor utama sebagai penyebab terjadinya kebutuhan peningkatan kapasitas. Banyak literatur yang membahas masalah permintaan trafik di bandara, antara lain Kazda dan Caves (2007), Horonjeff dkk (2010) dan Ashford dkk (2011). Kazda dan Caves (2007) menjelaskan ada enam hal yang mempengaruhi permintaan trafik angkutan udara yaitu faktor ekonomi, demografi, regulasi lingkungan, regulasi ekonomi, faktor suplai dan kargo. Selanjutnya Horonjeff dkk (2010) menyebutkan enam indikator dimana salah satu indikator sama dengan yang telah disebutkan sebelumnya yaitu demografi. Adapun lima indikator lainnya adalah sosial ekonomi, politik, geografi, faktor eksternal dan tindakan yang dilakukan oleh bandara. Sedangkan Ashford dkk (2011) menyebutkan beberapa indikator yang berbeda seperti etnik, tiket pesawat, kualitas pelayanan di pesawat, akses, serta tarif dan kualitas pelayanan. Pada penelitian ini menggunakan lima indikator yang mengacu dari literatur-literatur tersebut, yang diasumsikan sebagai variabel yang berpengaruh terhadap peningkatan permintaan trafik di bandara. Kelima variabel yang diasumsikan dapat mewakili kondisi yang terjadi pada dunia penerbangan di Indonesia adalah faktor ekonomi, populasi, deregulasi, tiket pesawat dan rute penerbangan.

Selanjutnya faktor kapasitas yang menggambarkan tingkat kebutuhan peningkatan fasilitas bandara. Senguttuvan (2006) menyebutkan lima hal yang mempengaruhi kapasitas bandara yaitu manajemen trafik udara (ATM), sistim landasan pacu, cuaca, angin dan kebisingan. Selain itu terdapat indikator lainnya yang juga diperhitungkan seperti taxiway, apron dan gate (ACRP, 2012), check-in, security screening dan ruang tunggu (Zografos dkk, 2013), curbside dan baggage claim (Correia dan Wirasinghe, 2013). Pada penelitian ini menggunakan sepuluh indikator sebagai variabel dari faktor kapasitas, yang diasumsi penting untuk ditingkatkan, yaitu landasan pacu, taxiway, apron, gate, baggage claim, curbside, check-in, security screening, ruang tunggu keberangkatan (*dep. lounge*) serta personil.

Berikutnya adalah faktor biaya yang menunjukkan adanya peningkatan biaya sebagai akibat adanya keputusan peningkatan kapasitas. Berdasarkan beberapa referensi seperti Doganis (1992) serta Betancor dan Rendeiro (1999) menyebutkan tiga jenis biaya bandara yaitu biaya pegawai, biaya operasional dan biaya modal. Dalam penelitian ini menggunakan ketiga jenis biaya ini sebagai variabel dari faktor biaya, yang diasumsikan meningkat akibat adanya keputusan kapasitas.

Faktor terakhir adalah profit bandara dan benefit pengguna jasa, sebagai sasaran yang diharapkan meningkat dengan adanya keputusan kapasitas. Pada penelitian ini, tiga indikator yang digunakan sebagai variabel dari faktor benefit yang diasumsikan akan meningkat, yaitu penundaan (*delay*), kualitas atau tingkat pelayanan serta keselamatan dan keamanan. Adapun referensi yang digunakan dalam merumuskan variabel-variabel ini berdasarkan tulisan dari Morrison dan Winston (2007), Basso (2008) serta ACI (2008) dalam Graham (2008).

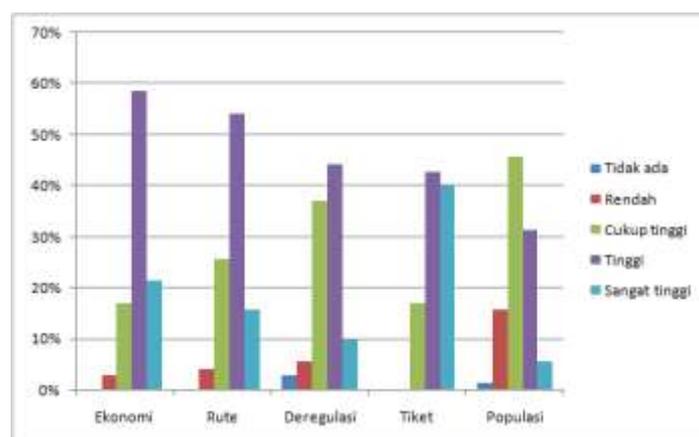
## **HASIL SURVEI DAN PEMBAHASAN**

Untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini, maka dilakukan pengumpulan data primer melalui kuesioner. Adapun tujuannya adalah untuk menentukan persepsi kondisional dari manajer bandara terkait penanganan masalah kongesti di bandara. Adapun lokasi survei adalah bandara Soekarno-Hatta, yang merupakan bandara komersil terbesar di Indonesia dan memiliki permasalahan kongesti. Responden dalam survei adalah manajer/pakar yang terkait dengan penyusunan strategi dan kebijakan peningkatan kapasitas bandara Soekarno-Hatta. Karakteristik responden selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik responden

Karakteristik	Kategori	Frekuensi	Prosentase (%)
Bidang Pekerjaan	Perencanaan	15	21.4%
	Bisnis / Komersial	16	22.9%
	Keuangan / Akuntansi	11	15.7%
	Teknik / Operasional	27	38.6%
	Lain-lain	5	7.1%
Lama Bekerja	lebih dari 10 tahun	66	94.3%
	5 tahun s/d 10 tahun	8	11.4%
	kurang dari 5 tahun	0	0.0%
Pendidikan	Diploma /SLTA	9	12.9%
	Sarjana	42	60.0%
	S2/S3	23	32.9%

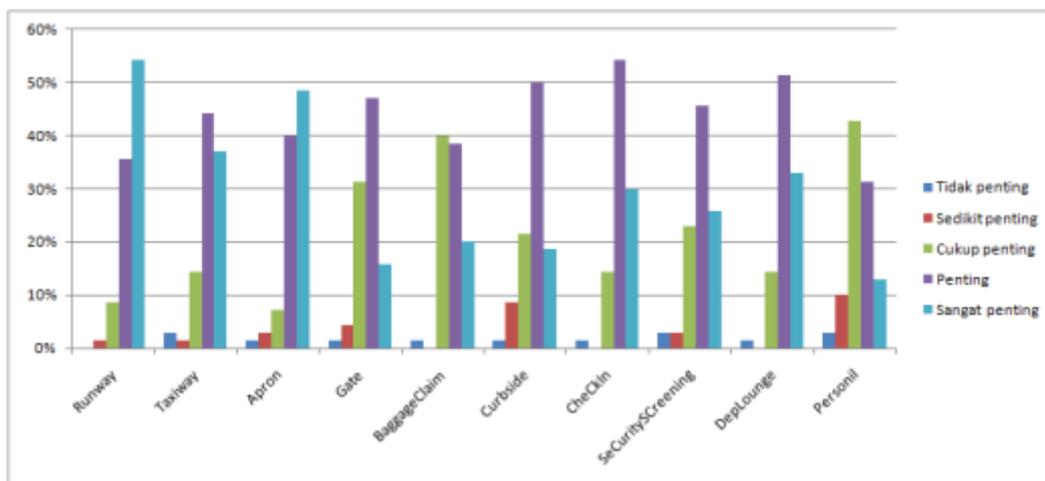
Kelompok pertama merupakan persepsi dari responden terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan (Gambar 2). Dari lima variabel faktor *demand*, terlihat bahwa para manajer pada umumnya percaya bahwa kelima variabel tersebut memiliki pengaruh terhadap kenaikan demand yang terjadi di bandara Soekarno-Hatta. Adapun variabel yang paling signifikan yang dipercaya memiliki pengaruh “tinggi” terhadap kenaikan permintaan adalah faktor ekonomi, dimana memiliki nilai probabilitas 0,59. Hal ini menjelaskan bahwa meningkatnya pertumbuhan ekonomi yang terjadi di Indonesia secara umum, dan khususnya di Jakarta dan sekitarnya telah mendorong pertumbuhan permintaan trafik angkutan udara di Bandara Soekarno-Hatta. Variabel tertinggi berikutnya adalah penambahan rute penerbangan, dimana memiliki pengaruh “tinggi” terhadap kenaikan permintaan trafik, dimana memiliki nilai probabilitas 0,54. Sebagaimana faktor ekonomi, penambahan rute pesawat penerbangan dari dan ke Bandara Soekarno Hatta juga telah mendorong pertumbuhan permintaan trafik angkutan udara di bandara tersebut. Untuk variabel-variabel lainnya juga mengindikasikan adanya pengaruh terhadap kenaikan trafik angkutan udara di Bandara Soekarno Hatta, namun memiliki nilai probabilitas di bawah 0,50.



**Gambar 2.** Faktor yang mempengaruhi kenaikan demand

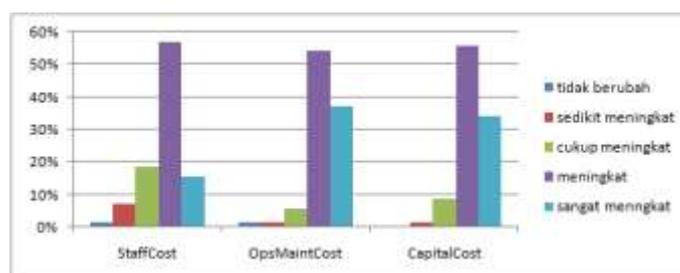
Kelompok kedua adalah faktor-faktor yang berperan dalam meningkatkan kapasitas atau pelayanan di bandara (Gambar 3). Dari sepuluh variabel keputusan kapasitas, terlihat bahwa para manajer pada umumnya percaya bahwa variabel-variabel tersebut berperan dalam peningkatan kapasitas di bandara Soekarno-Hatta. Adapun variabel yang paling signifikan yang dipercaya berperan “sangat penting” terhadap peningkatan kapasitas

bandara adalah landasan pacu, dimana memiliki nilai probabilitas 0,54. Hal ini menjelaskan bahwa meningkatkan kemampuan landasan pacu di Bandara Soekarno Hatta merupakan hal yang prioritas untuk dilakukan. Kelancaran pesawat yang akan berangkat maupun mendarat menjadi sangat penting guna menghindari terjadinya kongesti di sisi udara, terutama pada jam-jam sibuk. Selanjutnya variabel-variabel lain yang memiliki nilai probabilitas lebih dari 0,50 adalah *check-in*, ruang tunggu keberangkatan dan *curbside*. Ketiga fasilitas ini merupakan bagian dari terminal penumpang dipercaya memiliki peran “penting” dalam meningkatkan kapasitas bandara Soekarno Hatta. khususnya yang menyangkut alir penumpang. Peningkatan kemampuan fasilitas untuk menjamin kelancaran alir penumpang seperti menambah konter *check-in*, memperluas atau mengoptimalkan ruang tunggu keberangkatan maupun *curbside*, merupakan langkah-langkah guna menghindari terjadinya kongesti di terminal, khususnya disaat jam sibuk.



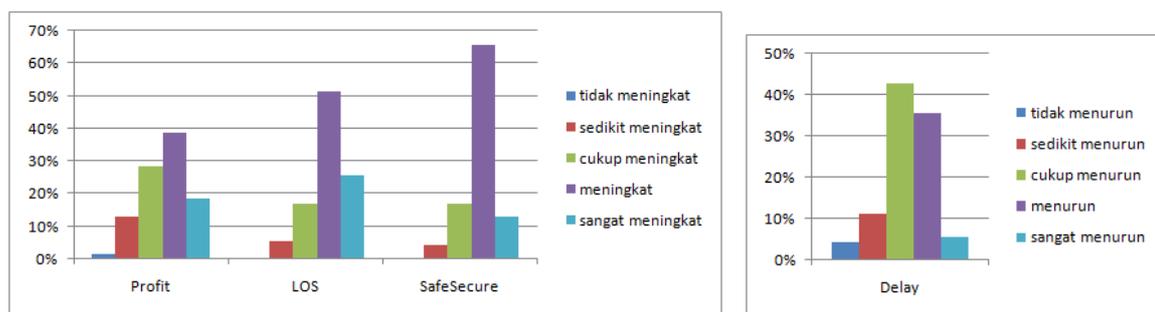
**Gambar 3.** Faktor yang berperan meningkatkan kapasitas atau pelayanan

Kelompok ketiga adalah perubahan unsur-unsur biaya sebagai konsekuensi adanya keputusan peningkatan kapasitas. Dari ketiga variabel biaya, terlihat bahwa para manajer pada umumnya percaya bahwa ketiga variabel mengalami perubahan akibat adanya keputusan kapasitas. Adapun variabel yang paling signifikan yang dipercaya “meningkat” adalah biaya pegawai, dimana memiliki nilai probabilitas 0,57. Namun jika dibandingkan dengan kedua variabel lainnya yaitu biaya operasi dan pemeliharaan, serta biaya modal, perbedaan nilai probabilitas diantara ketiganya tidak jauh berbeda. Variabel biaya operasi dan pemeliharaan, serta variabel biaya modal memiliki nilai probabilitas untuk “meningkat” masing-masing adalah 0,54 dan 0,56. Hal menjelaskan bahwa ketiga variabel akan memiliki karakteristik yang hampir sama sehingga memiliki potensi peningkatan dengan proporsi yang hampir sama. Gambaran probabilitas perubahan unsur biaya ini selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Perubahan unsur-unsur biaya

Kelompok terakhir adalah peningkatan profit bandara dan benefit bagi pengguna jasa, yang merupakan *outcome* yang diharapkan dari adanya keputusan peningkatan kapasitas. Terlihat bahwa para manajer pada umumnya percaya bahwa keempat variabel tersebut akan mengalami perubahan akibat adanya keputusan kapasitas. Adapun variabel yang paling signifikan yang dipercaya “meningkat” adalah tingkat keselamatan dan keamanan di bandara, dimana memiliki nilai probabilitas 0,65. Hal ini menjelaskan bahwa tingkat keselamatan dan keamanan di Bandara Soekarno Hatta memiliki aspek penting yang perlu diperhatikan dalam peningkatan kapasitas bandara. Selanjutnya variabel lain yang memiliki nilai probabilitas lebih dari 0,50 adalah tingkat pelayanan. Sedang variabel profit bandara dan penundaan, Untuk variabel profit bandara, potensi untuk “meningkat” memiliki nilai probabilitas di bawah 0,50. Demikian pula halnya variabel penundaan, potensi untuk “menurun” memiliki nilai probabilitas di bawah 0,50. Gambaran probabilitas peningkatan kinerja bandara selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peningkatan profit dan benefit

## KESIMPULAN

Penanganan masalah kongesti menjadi penting bagi bandara guna dapat mereduksi terjadinya penundaan pesawat yang diakibatkan padatnya penggunaan landasan, ataupun mengurangi antrian dan kepadatan yang terjadi di terminal penumpang. Berbeda dengan studi-studi yang ada sebelumnya, pada penelitian ini mengkaji masalah peningkatan kapasitas bandara menggunakan prinsip kausalitas dengan pendekatan subjektif. Informasi digali berdasarkan persepsi para manajer bandara dalam proses keputusan peningkatan kapasitas bandara. Berdasarkan hasil analisis terhadap respon dari para manajer bandara terlihat bahwa faktor ekonomi memiliki peran yang paling tinggi terhadap meningkatnya permintaan trafik di bandara. Selanjutnya peningkatan di sisi udara dalam hal ini landasan pacu dipercaya memiliki peran penting dalam usaha meningkatkan kapasitas bandara. Adanya keputusan kapasitas berdampak pada peningkatan biaya, yang memiliki potensi peningkatan dengan proporsi yang hampir sama dari ketiga jenis biaya. Sedangkan dampak positif yang diharapkan yang paling signifikan yang dipercaya “meningkat” adalah tingkat keselamatan dan keamanan di bandara.

Penelitian ini merupakan deskripsi dari persepsi para manajer terhadap masalah kongesti bandara. Hasil analisis dalam penelitian ini merupakan dasar untuk kajian lanjutan yang akan dilakukan yaitu analisis hubungan kausalitas. Dengan mengetahui bagaimana hubungan antara variabel-variabel terkait peningkatan kapasitas bandara, maka dapat dikembangkan model analisis sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam penanganan masalah kongesti yang terjadi bandara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Airport Cooperative Research Program (ACRP), 2012, *Evaluating Airfield Capacity*, Transportation Research Board.
- Armistead, Colin; Clark, Graham, 1991, *Capacity Management in Services and The Influence on Quality and Productivity Performance*
- Ashford, Norman J.; Mumayiz, Saleh; Wright, Paul H., 2011, *Airport Engineering Planning, Design, and Development of 21st Century Airports*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Barnhart, Cynthia; Fearing, Douglas; Odoni, Amedeo; Vaze, Vikrant, 2012, *Demand and capacity management in air transportation*, EURO J Transp Logist 1, pp.135–155
- Basso, Leonardo J., 2008, *Airport deregulation: Effects on pricing and capacity*, International Journal of Industrial Organization 26, 1015–1031.
- Basso, Leonardo J.; Zhang, Anming. 2010. *Pricing vs. slot policies when airport profits matter*, Transportation Research Part B 44, pp. 381–39
- Betancor, Ofelia; Rendeiro, Robert, 1999, *Regulating Privatized Infrastructures and Airport Services*
- Bubalo , Branko, 2011, *Airport Punctuality, Congestion and Delay: The Scope for Benchmarking*, German Airport Performance Research Project Working Paper Series
- Chambers, Edward V.; Chmores, Tommy; Dunlay, William J.; Gualda, Nicolau D. F.; McCullough, B. F.; Park, Chang-Ho; Zaniewski, John, 1975, *A Systems Analysis Procedure for Estimating The Capacity of an Airport: System Definition, Capacity Definition and Review of Available Models*
- Cohen, Jeffrey P.; Coughlin, Cletus C., 2003, *Congestion at Airports: The Economics of Airport Expansions*
- Correia, Anderson Ribeiro; Wirasinghe, S. C., 2013, “Modeling Airport Landside Performance”, in *Modelling and Managing Airport Performance*, eds. Konstantinos G Zografos., Andreatta Giovanni & Amedeo R.Odoni, John Wiley & Sons, Ltd.
- Czerny, Achim I., 2010, *Airport congestion management under uncertainty*
- Doganis, R.. 1992. *The Airport Business*. Routledge, London.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (DJU), 2011, *Airport Privatisation (Public Private Partnership) In Indonesia*,
- Gilbo, Eugene P., 1997, *Optimizing Airport Capacity Utilization in Air Traffic Flow Management Subject to Constraints at Arrival and Departure Fixes*, IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 5, No. 5
- Graham, Anne, 2008, *Managing Airports: An International Perspective*, Elsevier
- Kahneman, Daniel; Tversky, Amos, 1983, *Choices, Values, and Frames*
- Kazda, Antonín; Caves, Robert E., 2007, *Airport Design and Operation*, Elsevier
- Harsha, Pavithra, 2009, *Mitigating Airport Congestion: Market Mechanisms and Airline Response Models*, Disertation.
- Horonjeff, Robert; McKelvey, Francis X.; Sproule, William J.; Young, Seth B., 2010, *Planning and Design of Airports*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Janic, Milan, 2005, *Modelling Airport Congestion Charges*

- Martin, Juan Carlos; Betancor, Ofelia, 2006, *Evaluating different pricing policies on social welfare: an application to Madrid Barajas*, European Transport n. 32, 114-135.
- Morrison, Steven A.; Winston, Clifford, 2007, *Another Look at Airport Congestion Pricing*, The American Economic Review, Vol. 97 No. 5
- Niemeier, Hans-Martin, 2013 , *Expanding Airport Capacity under Constraints in Large Urban Areas: The German Experience*
- Peterson, Michael D.; Bertsimas, Dimitris J.; Odoni, Amedeo R., 1995, *Models and Algorithms for Transient Queueing Congestion at Airports*, Management Science/Vol.41, No. 8
- Roosens, Paul, 2008, *Congestion and Air Transport: a challenging phenomenon*, EJTIR, 8, No. 2, pp. 137-146
- Senguttuvan, P.S., 2006, *Economics of the Airport Capacity System in the Growing Demand of Air Traffic – A Global View*
- Tannert, Christof; Elvers, Horst-Dietrich; Jandrig, Burkhard, 2007, *The Ethics of Uncertainty*, EMBO reports Vol 8
- Zografos, Konstantinos G.; Andreatta, Giovanni; Eenige, Michel J.A. van; Madas, Michael A., 2013, “A Decision Support System for Integrated Airport Performance Assessment and Capacity Management”, in *Modelling and Managing Airport Performance*, eds. Konstantinos G Zografos., Andreatta Giovanni & Amedeo R.Odoni, John Wiley & Sons, Ltd.

## ANALISIS KAPASITAS JALUR DAN KECELAKAAN KERETA API

**Siti Malkhamah, Ir., MSc., Dr., Prof.**

Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712(F):0274-524713  
smalkhamah@mstt.ugm.ac.id

**Imam Muthohar, ST., MT., Dr. Eng**

Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712(F):0274-524713  
imuthohar@mstt.ugm.ac.id

**Djoko Murwono, ST., M.Sc.**

Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT)  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712(F):0274-524713  
djmurwono@mstt.ugm.ac.id

**Yuwono Wiarco, S.Si.T, MT**

Mahasiswa  
Program Pascasarjana  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712(F):0274-524713  
yuwonowiarco@gmail.com

### Abstract

Train is an efficient public transportation that need to be developed. Currently, the development of railway infrastructures is already showing some improvements. One of them is the completion of Jakarta-Surabaya double track. With the construction of the double track, the railway capacity increased. However, research on the railway capacity in Indonesia is still limited. There was still inefficiency in using the railway capacity by the operator. This research aims to investigate the factors that affect the capacity and the relationship between railway capacities and train accidents. The data required were obtained from PT Kereta Api (Persero) and the Ministry of Transportation and from site visits. The data were then abstracted and analysed. It was found that there was a decrease in the number of accidents in 2010 - 2014, with a variety of causes such as: infrastructure, facilities, human and external factors. The construction of a double-track railway had contributed to the decline of the accidents. This is due to the construction of a double track increased the railway capacity. It resulted in the loss of intersection or crossing points. Those crossing points were the critical points of the accidents. The declining of forwarding of train travel increased speed and travel time. The increase of capacity and safety finally improved the train services for both passengers and goods.

**Keywords:** capacity, train, accident

### Abstrak

Kereta api merupakan moda transportasi yang efisien sehingga perlu dikembangkan. Saat ini perkembangan pembangunan infrastruktur perkeretaapian sudah menunjukkan peningkatan, salah satunya dengan selesainya pembangunan jalur ganda Jakarta-Surabaya. Dengan selesainya pembangunan jalur ganda ini, terjadi peningkatan kapasitas jalur kereta api. Namun penelitian atas kapasitas jalur kereta api di Indonesia masih terbatas dan yang terjadi adalah masih adanya inefisiensi penggunaan kapasitas oleh operator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis kapasitas jalur kereta api, faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas serta hubungan antara kapasitas jalur kereta api dengan kecelakaan kereta api. Data yang diperlukan diperoleh dari PT Kereta Api (Persero) dan Kementerian Perhubungan dari pengamatan lapangan. Data tersebut dikompilasi dan dianalisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat penurunan jumlah kecelakaan pada Tahun 2010 – 2014, dengan berbagai penyebab antara lain: prasarana, sarana, manusia dan faktor eksternal. Pembangunan jalur ganda kereta api memiliki andil terhadap penurunan kecelakaan. Peningkatan kapasitas akibat pembangunan jalur ganda kereta api menghilangkan titik-titik persilangan atau *crossing* yang merupakan salah satu titik rawan terjadinya kecelakaan serta menurunnya jumlah penyusulan perjalanan kereta api, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh. Peningkatan kapasitas dan keselamatan pada akhirnya meningkatkan pelayanan kereta api baik kepada penumpang maupun barang.

**Kata-kata kunci:** kapasitas, kereta api, kecelakaan

## LATAR BELAKANG

Peningkatan kapasitas jalur kereta api memiliki peran penting tidak hanya berwujud perbaikan pelayanan penumpang dan barang, namun juga pengurangan potensi terjadinya kecelakaan kereta api. Beberapa kejadian kecelakaan kereta api terutama kecelakaan yang melibatkan antar kereta memiliki peluang terjadi pada pengoperasian di jalur tunggal jika salah satu prosedur dalam SOP tidak dipatuhi dan dilaksanakan dengan baik.

Menurut Direktorat Jenderal Perkeretaapian (2011), peristiwa kecelakaan meliputi berbagai tipe kecelakaan kereta api berfluktuasi tiap tahunnya. Malkhamah (2007) mencatat bahwa permasalahan keselamatan perkeretaapian ini cukup kompleks dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Seperti halnya infrastruktur jalan, kapasitas yang terbatas dapat menimbulkan potensi berupa kecelakaan. Sebagai contoh, pada jalan dengan arus lalu lintas yang padat cenderung ada *gap acceptance* yang rendah (oleh pejalan kaki maupun oleh pengemudi kendaraan yang akan menyeberang jalan tersebut) (Malkhamah, 2005).

Kapasitas yang terbatas menyebabkan pengoperasian yang cenderung mendekati kondisi jenuh dan kritis sehingga menimbulkan kerawanan dan risiko terjadinya kecelakaan. Selain itu, adanya kecelakaan menyebabkan pelayanan menjadi terganggu (turun). Pelayanan yang turun mengakibatkan porsi penggunaan transportasi jalan yang menimbulkan berbagai dampak lingkungan dan pemborosan energi meningkat. Dengan demikian permasalahan kapasitas mempunyai kaitan yang sangat erat dengan pencegahan bencana kecelakaan, pelayanan, dampak lingkungan, dan penghematan energi, sehingga semua hal ini perlu dipahami secara bersama.

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan studi literatur terkait dengan kapasitas jalur kereta api.
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalur kereta api.
3. Mengetahui kecelakaan kereta api,
4. Mengetahui hubungan antara kapasitas jalur kereta api dengan kecelakaan kereta api.

## METODE PENELITIAN

Data yang diperlukan adalah berbagai variabel yang terkait dengan kapasitas jalur kereta api dan data kecelakaan kereta api. Data diperoleh dari PT Kereta Api (Persero) dan Kementerian Perhubungan serta dari pengamatan di lapangan. Analisis dilakukan menggunakan analisis statistik.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Kapasitas Jalur Kereta Api

Penghitungankapasitas jalur kereta api di Indonesia saat ini menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Supriyadi (2008) seperti di bawah ini.

- 1) untuk jalur tunggal

$$K = \frac{1440}{H} x \eta$$

2) untuk jalur ganda

$$K = \frac{1440}{H} \times 2 \times \eta$$

3) nilai *headway*

$$H = t_{a-b} + t_p + C$$

K merupakan kapasitas pada petak jalan. Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa kapasitas didasarkan pada nilai 1440 yang merupakan total waktu selama 24 jam ( dalam menit); Hadalah *headway*(menit);  $\eta$  adalah faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api; dan nilainya diambil sebesar 60% untuk jalur tunggal dan 70 % untuk jalur ganda;  $t_{a-b}$  adalah waktu tempuh kereta api antara stasiun A dengan stasiun B (menit);  $t_p$  adalah waktu perjalanan dari sebelum sinyal muka stasiun A bagi kereta api kedua (jarak 3 km) (menit); dan C adalah waktu pelayanan blok dan sinyal (menit).

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa kapasitas jalur ganda mempunyai nilai yang besar (hampir 2 kali) dari jalur tunggal. Peningkatan kapasitas ini terjadi dikarenakan kemampuan dari jalur ganda untuk mengalirkan kereta api semakin meningkat yang disebabkan oleh :

- a. meningkatnya kecepatan sehingga mengurangi waktu perjalanan.
- b. hilangnya persilangan antar kereta api yang berakibat semakin turunnya waktu perjalanan
- c. peningkatan jalur kereta api menjadi jalur kembar umumnya disertai dengan peningkatan persinyalan yaitu menjadi persinyalan elektrik, dimana persinyalan elektrik mempunyai waktu pelayanan sinyal yang lebih rendah sehingga meningkatkan kapasitas jalur kereta api
- d. kemudahan dalam menambah frekuensi perjalanan kereta api.

Peningkatan kapasitas jalur kereta api dengan mengubah jalur tunggal menjadi jalur ganda merupakan langkah yang paling sering digunakan, namun selain itu terdapat langkah-langkah lain yang juga bisa dilakukan untuk menaikkan kapasitas jalur kereta api yaitu dengan cara :

- a. memperpendek petak jalan pada jalur tunggal, dengan memperpendek petak jalan maka semakin menambah petak jalan. Semakin banyak petak jalan maka semakin tinggi volume kereta api yang dapat dialirkan karena syarat perjalanan kereta api adalah tidak boleh ada 2 kereta pada petak jalan yang sama.
- b. meningkatkan kecepatan, dalam hal ini meningkatkan kecepatan prasarana dan sarana yang ditetapkan dalam Gapeka (Grafik Perjalanan Kereta Api)
- c. penggantian hubungan blok (persinyalan) dari persinyalan manual menjadi elektrik (otomatis) akan meningkatkan kapasitas jalur tunggal akibat peningkatan waktu pelayanan sinyal.

Perubahan jalur tunggal menjadi jalur ganda selain meningkatkan kapasitas jalur kereta api juga akan mengurangi persilangan dan penyusulan dalam perjalanan kereta api. Persilangan atau *crossing* merupakan kondisi yang terjadi pertemuan antara dua kereta api yang berlawanan arah. Penyusulan adalah kondisi yang sedemikian sehingga satu kereta

api disusul oleh kereta lainnya dengan arah yang sama. Lokasi persilangan ataupun lokasi penyusulan bisa berupa stasiun atau titik persilangan (stasiun operasi).

### Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Jalur Kereta Api

Sebenarnya faktor yang mempengaruhi kapasitas tidak sesederhana yang disampaikan oleh Supriyadi (2008). Berdasarkan studi literatur diketahui bahwa banyak sekali faktor yang - mempengaruhi kapasitas jalur kereta api. Faktor-faktor tersebut anatara lain adalah jumlah kereta, heterogenitas, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *scedulling*, jumlah jalur, panjang *track*, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance*. Berbagai faktor ini direkapitulasi berdasarkan penelitian Landex dkk. (2006), Landex (2008), Burdett dan Kozan (2006), Quorum Corp (2005), Farras (2011), Luethi (2007), Rosetti dkk (2009), Weits (2000), Kendra (2012), Abril dkk (2007), Price (1995), Frank (1966), Mattsson (2007), Weslch dan Gussow (1986) dan Supriyadi (2008).

Terkait dengan rumusan kapasitas jalur kereta api yang digunakan di Indonesia saat ini, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut agar rumusan yang digunakan sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini perlu dilakukan karena berdasarkan rumus perhitungan saat ini diketahui bahwa terdapat nilai efisiensi (faktor pengali) yaitu sebesar 60% untuk jalur tunggal dan 70% untuk jalur ganda. Adanya nilai ini menunjukkan bahwa terdapat nilai yang hilang dan mengurangi nilai kapasitas yang dibutuhkan untuk perawatan infrastruktur (rel) dan pola operasi kereta api, yaitu untuk mengantisipasi apabila terjadi kelambatan.

Dari pengamatan di lapangan, dijumpai banyaknya variasi berbagai variabel di atas. Dengan demikian kapasitas jalur kereta api tidak sesederhana yang dituliskan oleh Supriyadi (2008).

### Kecelakaan Kereta Api di Indonesia

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan informasi diketahui bahwa kecelakaan yang terjadi meliputi berbagai jenis seperti yang tersusun pada Tabel di bawah ini.

**Tabel 1.** Jumlah Kecelakaan Kereta Api Tahun 2006 – 2011

No	Jenis Kecelakaan	Tahun					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Tabrakan KA dengan KA	5	3	3	5	3	1
2	Tabrakan KA dengan Kendaraan umum	24	20	21	21	26	22
3	Anjlok	68	110	99	41	25	23
4	Terguling	5	7	8	7	4	2
5	Banjir/ longsor	3	3	8	8	6	1
6	Lain-lain	11	16	8	8	4	6
Jumlah		116	159	147	90	68	55

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemenhub, 2012

Sebagai catatan, bahwa sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api pasal 110 dinyatakan bahwa kecelakaan di perlintasan sebidang bukan merupakan kecelakaan kereta api, sedangkan berdasarkan penyebab terjadinya kecelakaan terdapat faktor sarana, prasarana, SDM operator, eksternal, dan alam, yang jumlahnya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penyebab Kecelakaan Kereta Api Tahun 2006 – 2011

No	Penyebab	Tahun						Total
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	
1	Sarana	44	48	37	22	11	11	129
2	Prasarana	26	39	24	12	6	3	84
3	SDM operator	13	34	49	24	14	14	135
4	Eksternal	29	30	30	23	28	26	137
5	Alam	4	8	7	9	9	1	34
Jumlah		116	159	147	90	68	55	519

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemenhub, 2012

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa faktor eksternal, SDM operator, dan sarana memberikan kontribusi tinggi penyebab kecelakaan. Ada hal lain yang luput dari perhatian yaitu kemungkinan kecelakaan juga disebabkan oleh kesalahan pengoperasian lalu lintas yang bisa diakibatkan oleh faktor SDM, faktor prasarana pendukung operasi dan pola pengaturan operasi itu sendiri karena diketahui bahwa kereta api berjalan berdasarkan perintah atau semboyan yang ada atau berjalan berdasarkan perintah dari operator operasi lalu lintas. Data terakhir sampai dengan tahun 2014 tentang kecelakaan kereta api ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Data Jenis Kecelakaan Kereta Api (tahun 2010-2014)

(\*per 4 Juni 2014)

No	JENIS KECELAKAAN	TAHUN				
		2010	2011	2012	2013	2014*
A	Kecelakaan					
	1. Tabrakan KA dengan KA	3	1	2	0	1
	2. Anjlok	25	23	21	25	12
	3. Terguling	4	2	2	1	0
	4. Lain-lain **	4	6	2	6	1
B	Gangguan operasional					
	Banjir/ longsor	6	1	4	7	2
Jumlah		42	33	31	39	16

Sumber : Ditjen Perkeretaapian, Kemhub, 2014

\*\*Termasuk kategori lain-lain : buffer antar rangkaian terlepas, pantograph kereta listrik patah, rangkaian kereta api terbakar, rel terputus, rel gompal, rangkaian kereta api terserempet sheetpile pekerjaan jembatan, rangkaian kereta api terserempet truk pekerjaan jalur KA dan lain-lain.

Hasil analisis berbagai penyebab kecelakaan yang dilakukan oleh Direktorat Keselamatan, Ditjen Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan berdasarkan faktor penyebabnya adalah sebagai berikut :

- Faktor penyebab sarana, dibedakan atas: pengereman tidak bekerja dengan baik, kerusakan pada as dan roda (as patah, bearing macet), pembebanan tidak merata, kelebihan beban, kurangnya perawatan sarana, dan tidak menggunakan suku cadang standar.
- Faktor penyebab prasarana, dibedakan atas: adanya kecrotan (*mud pumping*), jalan tidak layak (bantalan kayu rapuh, rel patah, wesel rusak, badan jalan longsor/ amblas), jembatan kurang laik (kurangnya perawatan, terjadinya karat (jembatan besi))

- c. Faktor penyebab manusia, dibedakan atas: masinis tidak melaksanakan standar prosedur operasi yang ditetapkan (melanggar kecepatan), pengaturan dinasan kurang baik sehingga menimbulkan kelelahan fisik, faktor fisik (ngantuk, tertidur, dan lain-lain)
- d. Faktor penyebab eksternal, dibedakan atas: masyarakat tidak disiplin melintasi perlintasan sebidang, bangunan liar di sekitar jalan rel mengganggu pandangan bebas masinis, vandalisme (pencurian alat penambat, pelemparan kaca), terjadinya bencana alam (gempa bumi, longsor, banjir dan lain-lain).

### **Kapasitas Jalur dan Kecelakaan Kereta Api**

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa terjadi penurunan kejadian kecelakaan dari tahun 2010-2014 dilihat dari aspek jenis kecelakaan yang berhubungan dengan internal perkeretaapian yaitu tabrakan KA dengan KA, anjlokkan dan terguling dan lain-lain. Kecelakaan ini terjadi bisa diakibatkan oleh prasarana atau sarana atau operasi.

Penurunan kecelakaan ini belum bisa dianalisis secara mendetail akibat keterbatasan data yang ada saat ini, namun secara empiris dapat diduga penurunan kecelakaan ini berhubungan dengan perbaikan infrastruktur yang salah satunya pembangunan jalur ganda. Mengapa pembangunan jalur ganda berkaitan dengan dengan menurunnya kecelakaan? Beberapa hal dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sebagaimana diketahui bahwa lokasi rawan terjadi kecelakaan umumnya terdapat di emplasemen atau stasiun (yang terdapat wesel dan merupakan titik rawan terjadinya kecelakaan karena merupakan titik percabangan jalur kereta api, sehingga kereta api wajib menurunkan kecepatan mencapai kecepatan tertentu ketika melewati wesel), tikungan (tikungan merupakan lokasi rawan kecelakaan sehingga terhadap tikungan dengan radius tertentu harus dilewati dengan kecepatan tertentu juga) dan jembatan (jembatan merupakan lokasi rawan kecelakaan, mengingat kondisi jembatan rawan gangguan dari aliran air dibawahnya serta struktur kekuatan jembatan itu sendiri). Adanya pekerjaan pembangunan jalur ganda akan meningkatkan kualitas kondisi infrastruktur baik rel, jembatan maupun persinyalan.
- b. Pada pertengahan tahun 2014 telah diselesaikan pembangunan jalur ganda Jakarta-Surabaya yang pada akhirnya meningkatkan kapasitas jalur kereta api dan juga menurunnya titik-titik rawan kecelakaan yaitu: hilangnya persilangan atau *crossing*, menurunnya penyusulan, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh kereta api, kemudahan penjadwalan perjalanan kereta api. Selain itu juga terdapat peningkatan sistem persinyalan dan peningkatan jenis rel yang digunakan termasuk bantalan beton. Dengan peningkatan pelayanan dimaksud secara langsung akan berakibat menurunnya tingkat kecelakaan kereta api.

Kapasitas mempengaruhi keselamatan atau kecelakaan. Di sisi lain, kecelakaan mempengaruhi kapasitas. Terjadinya kecelakaan menyebabkan jalur tidak dapat dilalui oleh kereta api untuk sementara waktu. Dengan demikian, kecelakaan tidak hanya merugikan dalam hal kehilangan nyawa manusia, menyebabkan korban luka-luka dan kehilangan materi karena kerusakan prasarana dan sarana, tetapi juga mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit dalam hal penurunan kapasitas yang akhirnya mengakibatkan keterlambatan pengangkutan orang dan barang. Sangat penting bahwa penanganan kecelakaan perlu dilakukan dengan segera dan tidak terlalu lama sehingga penurunan kapasitas tidak terlalu besar. Penelitian ini masih berlangsung dan analisis terkait kapasitas dan kecelakaan masih terus dilakukan.

## KESIMPULAN

1. Kapasitas jalur keretaapi di Indonesia selama ini menggunakan rumus sederhana yang dikembangkan oleh Supriyadi (2008).
2. Dari studi literatur diperoleh bahwa banyak faktor atau variabel yang mempengaruhi kapasitas jalur dan ini meliputi jumlah kereta, heterogenitas, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *scedulling*, jumlah jalur, panjang *track*, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance*. Dari hasil pengamatan di lapangan diperoleh bahwa berbagai faktor atau variabel ini nilainya bervariasi.
3. Kecelakaan yang terjadi di lajur keretaapi meliputi tabrakan antar KA, tabrakan KA dengan kendaraan umum, anjokan, terguling, banjir/longsoran dan jenis lainnya. Penyebab kecelakaan yang terutamasacara berturut-turut adalah disebabkan oleh eksternal, SDM operator, dan sarana.
4. Pembangunan jalur ganda meningkatkan kapasitas jalur kereta api serta mengurangi risiko kecelakaan karena pembangunan jalur ganda menyebabkan hilangnya titik-titik persilangan atau *crossing* yang merupakan salah satu titik rawan terjadinya kecelakaan, menurunnya jumlah penyusulan perjalanan kereta api, peningkatan kecepatan dan waktu tempuh yang pada akhirnya terjadi peningkatan pelayanan kereta api baik kepada penumpang maupun barang. Kapasitas mempengaruhi keselamatan dan di sisi yang lain kecelakaan mempengaruhi kapasitas serta menimbulkan kerugian yang besar dan perlu untuk diteliti lebih lanjut.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI melalui kegiatan Penelitian Unggulan Universitas Gadjah Mada Tahun Anggaran 2014 yang telah menyediakan dana dalam melakukan penelitian ini. Tak lupa Penulis juga berterima kasih kepada pihak Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan dan PT Kereta Api Indonesia yang telah memberikan dukungan dan menyediakan data-data yang diperlukan selama melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormos, P., Lova, A. 2007. An Assessment of Railway Capacity. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 44, Issue 5, hlm. 774-806. (Ed. Elsevier Science).
- Burdett, R. L. and Kozan, E. 2006. Techniques for Absolute Capacity Determination in Railways. Transportation Research Part B: Methodological 40(8), hlm. 616-632. Elsevier.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2012, Jumlah Kecelakaan Kereta Api 2006-2011, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2012, Penyebab Kecelakaan Kereta Api 2006-2011, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2014, Data dan Jenis Kecelakaan Kereta Api 2010-2014, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Esveld, C. 2001. Modern Railway Track. MRT Press, The Netherlands.

- Kauppi, A., dkk. 2003. Future Train Traffic Control, Control by Re-planning. European Conference on Rail Human Factors, York, UK.
- Kementerian Perhubungan. 2007. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2011. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 35 Tahun 2011 Tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan. 2011. Rencana Induk Perkeretaapian Nasional. Jakarta.
- Kendra dkk, 2012, Changes of the infrastructure and operation parameters of a railway line and their impact to the track capacity and the volume of transported goods, transport research arena – Europe 2012, University of Zilina, Slovakia.
- Landex, A., dkk. 2006. Evaluation of Railway Capacity. Proceedings of Annual Transport Conference at Aalborg University, Denmark.
- Landex, A. 2008. Methods to Estimate Railway Capacity and Passenger Delays, DTU Transport, Denmark.
- Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Gadjah Mada (LPPM UGM). 2012. Rencana Induk Penelitian Universitas Tahun 2012. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Luethi, M., dkk. 2007. Increasing Railway Capacity and Reliability through Integrated Real Time Rescheduling. Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, Berkeley.
- Lumbantoran, H. Parulian dan Malkhamah, S. 2012. Options for Linking Indonesia into The Transition Railway Network. Seminar MSTT UGM, Yogyakarta.
- Mahardi, P. dan Malkhamah, S. 2011. Precondition of Railway Restructuring in Developing Countries: A Case Study of Indonesia. Proceeding Simposium Internasional FSTPT ke 15, STTD Bekasi.
- Malkhamah, S. 2005. Pemodelan Kapasitas Bagian Jalanan Bundaran. Media Teknik No.1 Th. XXVII Edisi Februari 2005, hal 46-50.
- Malkhamah, S. 2007. Road User Behaviour and Safety at Railway/ Road Level Crossing in Yogyakarta, Indonesia. International Seminar in Railway Safety Management, Vietnam.
- Malkhamah, S. 2012. Pendidikan Tinggi Teknis Bidang Perkeretaapian. Workshop Training Need Assesment Program Studi Akademi Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Malkhamah, S. 2012. Speed Management in Indonesia. Australia – Indonesia Road Safety Workshop, Department of Infrastructure and Transport Australia and Ministry of Transportation Indonesia, Manado.
- Pusat Pengembangan SDM Perhubungan Darat (Pusbang SDM Hubdat). 2012. Kebijakan Pengembangan SDM Perkeretaapian. Workshop Training Need Assesment Program Studi Akademi Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Supriyadi, Uned. 2008, Kapasitas Lintas dan Permasalahannya. Bandung.
- Weits, E.A.G. 2000. Railway Capacity and Timetable Complexity. In Proceedings of the 7th International Workshop on Project Management and Scheduling, Osnabrück, Germany.

Welch, dkk, 1986, Expansion of Canadian National Railway's Line Capacity, Interfaces, Vol. 16, No. 1, Franz Edelman Award Papers (Jan. - Feb., 1986), pp. 51-64, <http://www.jstor.org/stable/25060783>.

## TINJAUAN ATAS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KAPASITAS JALUR KERETA API

**Yuwono Wiarco, S.Si.T, MT**

Mahasiswa  
Program Pascasarjana  
Jurusan Teknik Sipil dan  
Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712  
(F):0274-524713  
[yuwonowiarco@gmail.com](mailto:yuwonowiarco@gmail.com)

**Siti Malkhamah, Ir., M.Sc.  
Dr.,Prof.**

Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik  
Transportasi Jurusan Teknik Sipil  
dan Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-902245,524712  
(F):0274-524713  
[smalkhamah@mstt.ugm.ac.id](mailto:smalkhamah@mstt.ugm.ac.id)

**Imam Muthohar, ST., MT., Dr.  
Eng**

Staf Pengajar  
Magister Sistem dan Teknik  
Transportasi Jurusan Teknik Sipil  
dan Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2  
Yogyakarta, 55281  
(P):0274-524712  
(F):0274-524713  
[imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

### Abstract

Infrastructures should be planned and designed based on the required capacity in the future to provide good service. Methods of railway capacity that is commonly used in Indonesia is still adopted from other countries. It is then modified but it is currently still inefficiencies because operators have not dared to use to the fullest method of railway capacity. Therefore, the calculation methods of railway capacity should be reviewed and developed as well based on the reality in Indonesia. It is expected that the efficiency of railway operation system increases. The analysis was performed with the following steps; collecting the secondary data and the literature reviews. The results of the literature reviews stated that there are various factors that affect the railway capacity; the number of trains, heterogeneity, stability, speed, infrastructures, operation system, train length, time delay, junctions, intermediate signals, resources, scheduling, number of tracks, signal distance, termination, and maintenance. Based on the literature study, it is required further research on the development of the capacity calculation model for railway in Indonesia.

**Keywords:** *capacity, railway, factors*

### Abstrak

Infrastruktur harus direncanakan dan dirancang sesuai dengan kebutuhan kapasitas yang akan datang guna dapat menyediakan pelayanan yang baik. Metode kapasitas jalur kereta api yang digunakan di Indonesia masih mengadopsi model dari negara lain yang dimodifikasi secara sederhana dan saat ini terjadi inefisiensi operasi karena operator belum berani menggunakan kapasitas secara maksimal. Dengan demikian, model perhitungan kapasitas jalur yang diberlakukan saat ini perlu dikaji dan dikembangkan sesuai dengan kondisi yang lebih nyata di Indonesia, dengan harapan efisiensi sistem operasi akan menjadi lebih tinggi. Analisis dilakukan dengan langkah-langkah : pengumpulan data sekunder dan kajian literatur. Hasil kajian literatur menyatakan bahwa terdapat berbagai faktor yang memengaruhi kapasitas jalur kereta api yaitu : jumlah kereta, *heterogenitas*, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *schedulling*, jumlah jalur, jarak sinyal, pemberhentian dan *maintenance*. Berdasarkan hasil kajian literatur diperlukan penelitian lanjutan mengenai pengembangan model perhitungan kapasitas jalur kereta api untuk kasus di Indonesia.

**Kata-kata kunci:** *kapasitas, kereta api, faktor*

## LATAR BELAKANG

Pengembangan sektor perkeretaapian ke arah yang lebih progresif memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan transportasi secara menyeluruh sebagai suatu sistem bagi kemajuan negara karena transportasi menjadi tulang punggung pertumbuhan ekonomi negara (Profillidis, 2000; Esveld, 2001; dan AAR, 2007). Mobilitas penumpang dan barang secara cepat, tepat, aman, dan nyaman dari titik asal ke titik tujuan memerlukan moda transportasi yang dapat diandalkan kinerja layanannya. Kereta api dengan segala

kelebihannya memiliki peluang untuk mampu menjawab tantangan tersebut jika arahan pengembangannya sesuai dengan rencana yang telah disepakati dan ditetapkan bersama.

Kondisi saat ini menunjukkan bahwa perkeretaapian nasional masih mengalami sejumlah kendala. Berbagai keterlambatan pembangunan di bidang perkeretaapian tidak hanya pada perkembangan prasarana, sarana, dan jumlah penumpang, tetapi juga pada perkembangan Sumber Daya Manusia (SDM)-nya mulai dari perencanaan, perancangan, pengoperasian kereta api, dan pengawasan (Malkhamah, 2012). Salah satu metode yang sangat penting dan masih belum berkembang optimal adalah metode untuk menentukan kapasitas jalur kereta api, padahal kapasitas merupakan suatu hal yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan frekuensi dan penjadwalan kereta api yang pada akhirnya mempengaruhi kapasitas pelayanan baik untuk angkutan penumpang maupun barang.

Untuk dapat menyediakan pelayanan yang baik, maka infrastruktur harus direncanakan dan dirancang sesuai dengan kebutuhan kapasitas yang akan datang (AAR, 2007). Sampai dengan saat ini, metode kapasitas jalur kereta api yang digunakan di Indonesia masih mengadopsi metode dari negara lain yang dimodifikasi secara sederhana. Sebagai akibatnya, masih terjadi inefisiensi operasi karena operator atau badan penyelenggara sarana belum berani menggunakan kapasitas jalur kereta api secara maksimal.

Dengan demikian, metode dan model perhitungan kapasitas jalur yang diberlakukan saat ini perlu dikaji dan dikembangkan sesuai dengan kondisi yang lebih nyata di Indonesia, dengan harapan efisiensi sistem operasi akan menjadi lebih tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui berbagai metode perhitungan kapasitas jalur kereta api yang digunakan negara lain.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kapasitas jalur kereta api.
3. Meninjau komparasi utilisasi kapasitas jalur kereta api di Indonesia dan di negara lain.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi penentuan kapasitas jalur kereta api. Kompilasi hasil penelitian ini akan menjadi landasan bagi penelitian tahap selanjutnya untuk mengembangkan formulasi perhitungan kapasitas jalur agar dapat berfungsi lebih optimal. Tahapan penelitian yang dirumuskan pada penelitian awal ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur mengenai kapasitas jalur kereta api. Informasi terkait metode perhitungan kapasitas jalur dan faktor-faktor yang memengaruhinya ditelusur melalui hasil penelitian-penelitian sebelumnya.
2. Pengumpulan data sekunder, dilakukan dengan cara menginventarisasi data-data yang sudah ada baik pada PT. Kereta Api (persero) selaku operator maupun pada Pemerintah dalam hal ini Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan selaku regulator.
3. Pengumpulan data primer, dilakukan dengan melakukan survai langsung pada lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Daop 5 Purwokerto dan Daop 6 Yogyakarta dengan obyek penelitian adalah keseluruhan pergerakan kereta api lintas Stasiun Solo Balapan-Stasiun Yogyakarta-Stasiun Kutoarjo-Stasiun Kroya pada waktu yang dapat mewakili berbagai variasi hari.
4. Analisis data menggunakan analisis stastistik sederhana untuk menganalisis data yang didapat dari hasil pengumpulan data sekunder dan data primer.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Metode Perhitungan Kapasitas Jalur Kereta Api

Analisis kapasitas infrastruktur perkeretaapian merupakan proses untuk menentukan banyaknya kereta api maksimum yang dapat dioperasikan pada suatu infrastruktur perkeretaapian (seperti jalur dan stasiun), pada suatu interval waktu tertentu dan pada suatu kondisi pengoperasian tertentu (Abril dkk, 2008). Perhitungan kapasitas jalur kereta api tergantung pada 3 (tiga) hal, yaitu: infrastruktur, lalu lintas dan pengoperasian, dan optimasi penggunaan, dimana interaksinya merupakan hal yang sulit dan kompleks. Burdett dkk (2006) mengembangkan metode kapasitas jalur di Australia dan mendapatkan bahwa karakteristik lalu lintas dan pengoperasian kereta api serta kondisi jalur memegang peran penting dalam menentukan besarnya kapasitas. Namun demikian, Landex (2008) menekankan pentingnya mengembangkan metode kapasitas perkeretaapian sesuai dengan kondisi dan karakteristik masing-masing negara.

Dalam rangkuman penelitiannya, Supriyadi (2008) mencatat adanya variasi beberapa negara dalam metode perhitungan kapasitas jalur kereta api, sebagai berikut.

#### 1. Rumus Jerman

$$N = \frac{1440}{T + C} x \eta$$

dimana N merupakan kapasitas petak jalan yang ditentukan (KA/hari); T adalah waktu tempuh pada petak jalan yang ditentukan (menit); C adalah waktu pelayanan hubungan blok dan sinyal (menit) dengan perhitungan persinyalan mekanik (4 menit), persinyalan elektrik (2,5 menit), persinyalan elektrik dengan system CTC (0,75 menit); dan  $\eta$  adalah nilai prosentase tertentu.

#### 2. Rumus Amerika

$$C = \frac{1440 \cdot K}{T + T_1 + 2t}$$

dimana C merupakan kapasitas lintas (KA/hari); T adalah waktu tempuh kereta api dari satu jurusan (menit);  $T_1$  adalah waktu tempuh kereta api dari satu jurusan yg berlawanan (menit); t adalah selang waktu antara kereta api langsung atau berhenti dengan kereta api berlawanan arah yang berangkat (menit) atau t adalah selang waktu antara kereta api berhenti dengan kereta api berlawanan arah yang langsung atau berhenti (menit); dan K adalah faktor koreksi.

#### 3. Rumus Ex G.I.P. Railway India

$$C_g = \frac{1440 - \sum_{i=1}^n (T_p + t)}{T_g + t} x K$$

dimana  $C_g$  merupakan kapasitas lintas kereta api barang (KA/hari);  $T_p$  adalah waktu tempuh kereta api penumpang (menit);  $T_g$  adalah waktu tempuh kereta api barang (menit); t adalah waktu pelayanan alat pengaman / sinyal (menit); dan K adalah faktor koreksi.

#### 4. Rumus Steenbeck

$$C = \frac{1440 \cdot K}{S}$$

$$S = t_a + t_b + O + W$$

dimana C merupakan kapasitas lintas (KA/hari); S adalah waktu pelayanan kereta api (menit);  $t_a$  &  $t_b$  adalah waktu tempuh dua kereta api yang bersilangan pada kedua sisi blok

kritis (menit); O adalah jumlah waktu pelayanan untuk dua kereta api (menit); W adalah waktu kereta api kedua harus menunggu sebelum kereta api tersebut dapat berangkat; dan K adalah faktor efisiensi.

5. Rumus Jepang

$$N = \frac{1440}{T + C} \times f$$

Dimana N merupakan kapasitas pada petak jalan yang ditentukan (KA/hari); T adalah waktu tempuh pada petak jalan yang ditentukan (menit); C adalah waktu pelayanan hubungan blok dan sinyal dengan perhitungan tablet blok (2,5 menit) dan otomatis blok (2,5 menit); f adalah faktor rasio kapasitas antara 0,5 sampai dengan 0,7 tergantung dari sifat atau karakteristik lintas yang bersangkutan.

6. Rumus UIC (International Railway Union)

$$C = \frac{T}{tfm + tr + tzu}$$

dimana C merupakan kapasitas (jumlah KA yang dioperasikan dalam waktu T) dimana T dalam 1440 menit (24 jam); tfm adalah *headway* minimum rata-rata; tr adalah tambahan/kantong waktu untuk perjalanan KA; tr adalah 0,67 x tfm apabila utilisasi 0,6; tr adalah 0,33 x tfm apabila utilisasi 0,75; tzu adalah waktu tambahan untuk perawatan; tzu adalah 0,25 x a, dimana a = jumlah jalur.

7. Rumus Indonesia

Formula perhitungan kapasitas jalur kereta api di Indonesia yang diterapkan oleh PT KAI saat ini menggunakan persamaan berikut.

a. Untuk jalur tunggal

$$K = \frac{1440}{H} \times \eta$$

b. Untuk jalur ganda

$$K = \frac{1440}{H} \times 2 \times \eta$$

c. Nilai *headway*

$$H = t_{a-b} + t_p + C$$

dimana K merupakan kapasitas pada petak jalan yang dihitung atau kapasitas jalur apabila nilainya K nya diambil yang terendah dengan 1440 adalah total waktu selama 24 jam (menit); H adalah *headway* (menit);  $\eta$  adalah faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu untuk perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api sebesar 60% (untuk jalur tunggal) dan 70 % (untuk jalur ganda);  $t_{a-b}$  adalah waktu tempuh kereta api antara stasiun A dengan stasiun B (menit);  $t_p$  adalah waktu perjalanan dari sebelum sinyal muka stasiun A bagi kereta api kedua (jarak 3 km) (menit); dan C adalah waktu pelayanan blok dan sinyal (menit).

Dari uraian deskripsi metode perhitungan kapasitas jalur dari beberapa negara terlihat adanya pola kesamaan dalam menentukan nilai kapasitas yaitu mengkaitkan antara jumlah waktu dalam satu hari layanan dengan pengaturan *headway* operasi kereta serta faktor koreksi. Pada metode Jerman, *headway* hanya memperhitungkan waktu tempuh pada petak jalan saja, menganggap semua kereta api sudah siap di depan sinyal utama, dimana hal ini hampir tidak mungkin terjadi di lapangan. Pada rumus ini lebih mengedepankan perbedaan antara waktu pelayanan sistem CTC dengan non CTC yang cukup besar meski pada

kenyataannya waktu pelayanan persinyalan elektrik ditentukan oleh proses pengolahan perintah oleh sistem *interlocking* yang berada di stasiun-stasiun. Pada metode Amerika, perhitungan *headway* terlihat telalu berhati-hati, dalam arti hanya diperhitungkan untuk di lintas jalur tunggal yang selalu terjadi persilangan pada semua stasiun. Pada pelaksanaan di lapangan, sangat sulit dalam Gapeka direncanakan semua KA selalu bersilangan di setiap stasiun. Metode India hanya mengkhususkan perhitungan kapasitas lintas untuk KA barang saja. Jadi untuk mendapatkan kapasitas lintas secara keseluruhan, rumus tersebut belum dapat digunakan.

Sementara itu, dari rumus pada metode UIC maupun rumus yang telah diterapkan di PT.KAI menggunakan rumus yang hampir sama, perbedaannya adalah bahwa UIC menggunakan formula  $(tr + tzu)$  sebagai angka yang digunakan untuk pengaturan operasi kereta api dan perawatan prasarana, atau kalau dilihat dari contoh, besarnya diasumsikan dengan angka 40%. Sementara pada PT.KAI menggunakan nilai  $\eta$  sebagai faktor koreksi kapasitas lintas setelah dikurangi waktu untuk pengaturan operasi kereta api dan perawatan prasarana, atau kalau dilihat dari contoh, besarnya diasumsikan dengan angka 60%. Dari uraian diatas, maka dalam penggunaan penghitungan kapasitas lintas saat ini dapat digunakan rumus UIC dengan memakai formula 40% untuk pengaturan operasi kereta api dan perawatan prasarana atau menggunakan rumus yang telah diterapkan di PT.KAI dengan memakai formula 60% sebagai sisa waktu yang digunakan untuk pengaturan operasi kereta api dan perawatan prasarana.

### Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kapasitas Jalur Kereta Api

Kendra dkk (2012) meneliti variabel hubungan antara jalan rel dan kereta api terhadap kapasitas jalur kereta api. Terdapat dua kategori variabel utama yaitu variabel *track* yang meliputi: jumlah *track*, kecepatan maksimal *track*, sistem sinyal, *track leaning ratio*, radius minimal, *track resistance*. Sementara variabel dari kereta api meliputi: kapasitas muat, berat maksimum kereta, panjang maksimum kereta, kemampuan masinis, kekuatan tarik lokomotif. Kedua variabel tersebut akan memengaruhi besarnya kapasitas jalur dalam hal kontribusi waktu perjalanan. Salah satu langkah guna mengoptimalkan penggunaan kapasitas jalur adalah memaksimalkan perencanaan jadwal perjalanan kereta api (Landex, 2006; Weits, 2000). Luethi (2007) menambahkan bahwa peningkatan kapasitas jalur kereta api dengan biaya rendah dapat dilakukan dengan cara penjadwalan ulang dalam kaitannya dengan pola operasi termasuk di dalamnya mensinkronisasi jadwal antar wilayah. Untuk kondisi Indonesia, Supriyadi (2008) mengusulkan bahwa kapasitas jalur kereta api merupakan fungsi dari faktor-faktor yang berhubungan dengan *headway*, frekuensi, kerapatan dan kecepatan, dan jarak antar stasiun. Rekapitulasi variabel-variabel yang memengaruhi kapasitas jalur kereta api dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rekapitulasi variabel-variabel yang memengaruhi kapasitas jalur kereta api

No	Peneliti	Variabel*																	Lokasi Penelitian	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	Alex Landex, dkk (2006)	√	√	√	√															Denmark
2	Alex Landex (2008)	√	√	√	√	√	√													Denmark
3	Burdett & Kozan (2006)		√					√	√	√	√									Australia
4	Quorum Corp. (2005)					√	√					√								Kanada
5	I Crespo Farràs (2011)						√		√											Belanda
6	Marco Luethi (2007)			√					√				√							Inggris

7	M.D. Rosetti dkk (2009)				√				√					√					Italia
8	E.A.G. Weits (2000)		√	√										√					Belanda
9	Martin Kendra (2012)					√								√	√				Eropa
10	M. Abril dkk. (2007)					√	√									√	√		Spanyol
11	Nigel Price (1995)					√			√										Inggris
12	Alex Landex (2008)										√							√	Denmark
13	Ove Frank (1966)	√												√					Swedia
14	L-Goran Mattsson (2007)	√					√								√				Swedia
15	Welch & Gussow (1986)	√							√		√				√			√	Kanada
16	Uned Supriyadi (2008)			√	√	√	√							√	√	√		√	Indonesia

sumber : berbagai literatur

Keterangan \* :

- |                  |                                 |                          |
|------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 1. jumlah kereta | 7. panjang kereta               | 13. jumlah jalur         |
| 2. heterogenitas | 8. waktu <i>delay</i>           | 14. panjang <i>track</i> |
| 3. stabilitas    | 9. <i>junction</i>              | 15. jarak sinyal         |
| 4. kecepatan     | 10. <i>intermediate signals</i> | 16. pemberhentian        |
| 5. infrastruktur | 11. sumber daya                 | 17. maintenance          |
| 6. pengoperasian | 12. <i>scheduling</i>           |                          |

### Utilisasi Kapasitas Jalur Kereta Api

Utilisasi atau pemanfaatan adalah rasio input yang benar-benar digunakan dengan jumlah input yang tersedia. Gibson dkk (2002) menyatakan bahwa utilisasi kapasitas didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk pengoperasian kereta api secara efisien dibandingkan dengan waktu aktual yang ada berdasarkan jadwal perjalanan, nilai penggunaan kapasitas ini berkisar antara 20%-80%. Landex (2006) melakukan penelitian atas penggunaan kapasitas jalur kereta api dan mendapati bahwa penggunaan kapasitas jalur kereta api adalah sebesar 71%. Penelitian pada kasus Italia diperkirakan berkisar 50% (Liotta dkk, 2009), kasus di Spanyol sebesar 60% sampai dengan 75% (Kraft dalam Abril dkk, 2007), dan Pahl (2002) melakukan simulasi penelitian di Eropa menyimpulkan bahwa penggunaan kapasitas jalur kereta api berada pada kisaran 60% sampai dengan 80%. Sementara perhitungan utilisasi kapasitas jalur kereta api di Indonesia pada Daop terpilih, didapati sebesar 23% - 24%. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi atau jumlah kereta api yang beroperasi di kedua Daop tersebut masih berada di bawah nilai kapasitas jalurnya. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa penambahan frekuensi layanan kereta api masih sangat dimungkinkan untuk mengakomodasi peningkatan permintaan transportasi kereta api di wilayah jalur selatan. Namun demikian, perlu dipertimbangkan sinkronisasi perjalanan kereta apinya mengingat kondisi jaringan di Daop 5 masih didominasi jalur tunggal sementara pada Daop 6 seluruh jalur utamanya sudah berupa jalur ganda.

## KESIMPULAN

Dari uraian dan hasil analisis yang telah dilakukan melalui serangkaian pembahasan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Perhitungan kapasitas jalur kereta api tergantung pada banyak faktor dimana interaksinya merupakan hal yang sulit dan kompleks tergantung pada kondisi dan karakteristik masing-masing negara.
2. Terdapat berbagai metode perhitungan kapasitas jalur kereta api dengan pola kesamaan dalam menentukan nilai kapasitas yang mengkaitkan antara jumlah waktu dalam satu hari layanan dengan pengaturan *headway* operasi kereta serta faktor koreksi atau efisiensi.
3. Berbagai faktor yang mempengaruhi kapasitas jalur kereta api yaitu: jumlah kereta, *heterogenitas*, stabilitas, kecepatan, infrastruktur, pengoperasian, panjang kereta, waktu *delay*, *junction*, *intermediate signals*, sumber daya, *schedulling*, jumlah jalur, jarak sinyal, pemberhentian, dan *maintenance*.
4. Penggunaan atau utilisasi kapasitas jalur kereta api di Indonesia pada Daop terpilih sebesar 23-24%, yang terkategori rendah bila dibandingkan negara lain di Eropa (60% - 80%), Italia sekitar 50%, dan di Spanyol (60% - 75%).
5. Hasil kompilasi metode perhitungan dan faktor pengaruh kapasitas jalur kereta api, serta informasi utilisasi kapasitas dapat dijadikan bahan dasar kajian selanjutnya untuk pengembangan perhitungan kapasitas jalur kereta api di Indonesia sesuai kondisi di lapangan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI melalui kegiatan Penelitian Unggulan Universitas Gadjah Mada Tahun Anggaran 2014 yang telah menyediakan dana dalam melakukan penelitian ini. Tak lupa Penulis juga berterima kasih kepada pihak BPSDM Kementerian Perhubungan dan Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan serta PT Kereta Api Indonesia yang telah memberikan dukungan dan menyediakan data-data yang diperlukan selama melakukan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormos, P., Lova, A., 2008, An Assessment of Railway Capacity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 44, Issue 5, hlm. 774-806
- Association of American Railroads (AAR), 2007, *National Rail Freight Infrastructure Capacity and Investment Study*, Massachusetts: Cambridge Systematics, Inc
- Burdett, R. L. and Kozan, E., 2006, Techniques for Absolute Capacity Determination in Railways, *Transportation Research Part B: Methodological* 40(8), pp. 616-632. Elsevier
- ErhanKozan; Robert Burdett, 2004, *A railway capacity determination model and rail access charging methodologies*, Queensland University of Technology, Australia, <http://www.informaworld.com>
- Esveld, C., 2001, *Modern Railway Track*, MRT Press, The Netherlands

- Gibson, S., Cooper, G., and Ball, B., 2002. Developments in Transport Policy The Evolution of Capacity Charges on the UK Rail Network. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 36 , Part 2, May 2002, pp.341-354, UK
- Kauppi, A., 2003, *Future Train Traffic Control, Control by Re-planning*. European Conference on Rail Human Factors, York, UK
- Kementerian Perhubungan, 2011, *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 35 Tahun 2011 Tentang Tata Cara dan Standar Pembuatan Grafik Perjalanan Kereta Api*. Jakarta.
- Kendra dkk, 2012, *Changes of the infrastructure and operation parameters of a railway line and their impact to the track capacity and the volume of transported goods, transport research arena – Europe 2012*, University of Zilina, Slovakia
- Landex, A., 2006. *Evaluation of Railway Capacity*. Proceedings of Annual Transport Conference at Aalborg University, Denmark
- Landex, A. 2008. *Methods to Estimate Railway Capacity and Passenger Delays*, DTU Transport, Denmark
- Liotta, G., Confessore, G., Cicini, P., Rondinone, F., Luca, P. D., 2009. *A simulation-based approach for estimating the commercial capacity of railways*. Proceeding of Winter Simulation Conference. pp. 2542-2552
- Luethi, M., 2007, *Increasing Railway Capacity and Reliability through Integrated Real Time Rescheduling*. Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research, Berkeley
- Malkhamah, S., 2012, *Pendidikan Tinggi Teknis Bidang Perkeretaapian*. Workshop Training Need Assesment Program Studi Akademi Perkeretaapian, Kementerian Perhubungan, Jakarta
- Pachl, J., 2002, *Spacing trains, in: Railway Operation & Control*. VTD Rail Publishing, Mountlake Terrace, WA, USA. chapter 3, pp. 38-90
- Profillidis, V. A., 2000, *Railway Engineering*, Ashgate
- Price, N., 1995, *Train Line Capacity*, The Mathematical Gazette, Vol. 79, No. 486 (Nov., 1995), pp. 558-560, <http://www.jstor.org/stable/3618090>
- Supriyadi, Uned, 2008, *Kapasitas Lintas dan Permasalahannya*, Bandung
- Supriyadi, Uned, 2008, *Perencanaan Perjalanan Kereta Api dan Pelaksanaannya*, Bandung
- Weits, E.A.G. 2000. *Railway Capacity and Timetable Complexity*. In Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Workshop on Project Management and Scheduling, Osnabrück, Germany
- Welch, 1986, Expansion of Canadian National Railway's Line Capacity, *Interfaces*, Vol. 16, No. 1, Franz Edelman Award Papers (Jan. - Feb., 1986), pp. 51-64, <http://www.jstor.org/stable/25060783>.

## MEWUJUDKAN KETERATURAN PEMBUATAN BENDA UJI PENGUJIAN UTAMA MELALUI PENGUJIAN PRA KONDISI

**Sabaruddin**

Mahasiswa  
Program Doktor Teknik Sipil, Universitas  
Hasanuddin  
Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10  
Telp 0813-42906977  
[sabaruddin.new@gmail.com](mailto:sabaruddin.new@gmail.com)

**M. Wihardi Tjaronge**

Professor  
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas  
Hasanuddin  
Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10  
Telp 0811-879100  
[tjaronge@yahoo.co.jp](mailto:tjaronge@yahoo.co.jp)

**Nur Ali**

Doktor  
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin  
Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10  
Telp 0811-879100  
[nuralimti@gmail.com](mailto:nuralimti@gmail.com)

**Rudi Djamaluddin**

Doktor  
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin  
Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10  
Telp 0811-879100  
[rudy0011@hotmail.com](mailto:rudy0011@hotmail.com)

### Abstract

In general, the study emphasizes the importance of reliability and validity, including quantitative research (focus on post-positivism view). Reliability of a study of which can be determined by the appropriate selection of ingredients / materials and treatment of substance / material chosen, where one of the important things is that there is regularity in the manufacture of test specimens for their designated purpose. Preparation of the test object to the given will result in research that is not biased either on empirical research, manuals, analytical and validation with the program, which of course is the methodological side. While on the theoretical side of course is expected to occur before the development of the theory. It could even happen that the new theory and methodology.

**Keywords:** *reliability, regularity manufacture of test specimens.*

### Abstrak

Pada umumnya penelitian menekankan pentingnya realibilitas dan validitas, termasuk penelitian kuantitatif (fokus pandangannya pada post positivisme). Realibilitas sebuah penelitian diantaranya dapat ditentukan oleh ketepatan pilihan bahan/material dan perlakuan terhadap bahan/material terpilih, dimana salah satu hal penting adalah adanya keteraturan pada pembuatan benda uji sesuai peruntukannya. Pembuatan benda uji sesuai peruntukannya diharapkan akan menghasilkan penelitian yang tidak bias baik pada penelitian yang bersifat empiris, manual, analitis dan divaliditas dengan program, yang tentunya merupakan sisi metodologis. Sedangkan pada sisi teoritis tentunya diharapkan terjadi pengembangan terhadap teori sebelumnya. Bahkan bisa saja terjadi hal baru terhadap teori maupun metodologinya.

**Kata kunci:** *realibilitas, keteraturan pembuatan benda uji.*

## PENDAHULUAN

Merujuk kepada salah satu penelitian terdahulu, penelitian saudara Patmadjaja H, dkk, 2001, mengenai penelitian pendahuluan penggunaan benda uji kubus beton pada perkerasan lentur tipe *cement treated base* (CTB). Penelitian tersebut merupakan penelitian pendahuluan di laboratorium untuk mencari hubungan antara kekuatan tekan benda uji bentuk kubus  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  dan UCS benda uji silinder diameter 7,1 cm dengan tinggi 14,2 cm. Dari penelitian tersebut dihasilkan suatu faktor pengali sebesar 0,65 untuk mengubah kuat tekan kubus menjadi UCS silinder. Hasil tersebut diperolehnya sesuai prinsip, perhitungan dan perlakuan tertentu yang didukung oleh referensi yang relevan, sehingga patut dijadikan sebagai rujukan.

## INSPIRASI

Hasil penelitian saudara Patmadjaja H, dkk, 2001, menjadi sumber inspirasi betapa pentingnya keteraturan pembuatan benda uji pengujian prakondisi (serangkaian jenis pengujian yang dilakukan untuk mempertegas bahwa bahan/material yang akan dipergunakan pada pengujian utama sudah memenuhi standar konvensional/tradisional) untuk pengujian utama (pengujian yang didasari pada pentingnya variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol), dimana telah diakui bersama oleh pakar, peneliti, akademisi, dan praktisi bahwa boleh saja didapatkan nilai tertentu/faktor pengali suatu pengujian terhadap pengujian lainnya, sebagaimana yang telah diperoleh dari penelitian sebelumnya. Bertitik tolak kepada prinsip, perhitungan dan perlakuan tertentu telah diperoleh faktor pengali hubungan antara kuat tekan kubus vs kuat tekan silinder/ *unconfined compressive strength* (UCS) sebagaimana tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Kuat tekan kubus vs kuat tekan silinder (UCS)

Kadar semen (%)	Kadar air (%)	Kuat tekan kubus (%)	Kuat tekan silinder (UCS)	Faktor pengali
3	5,8	47	27,5	0,59
4	6,3	69	43	0,62
5	4,6	66	64	0,74
Faktor pengali rata-rata				0,65

Sumber: Hasil penelitian Patmadjaja H, dkk, 2001

Hasil dalam tabel 1 tersebut memberikan pengertian bahwa kebiasaan selama ini di lapangan (khususnya di Indonesia) yang menggunakan benda uji kubus guna kemudahan dalam pengontrolan, tetap dapat dilakukan, karena dengan prinsip, perhitungan dan perlakuan tertentu didapat koefisien faktor pengali jika mengacu kepada pengujian standar yang berlaku umum (internasional) yakni mengacu kepada *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO) 1986 tentang pengujian (UCS) pada benda uji silinder beton diameter 7,1 cm dan tinggi 14,2 cm.

## INOVASI

Mengaju kepada langkah-langkah peneliti sebelumnya maka dalam penulisan ini dimunculkan ide untuk membuat benda uji pengujian utama melalui pengujian prakondisi yang didasari oleh prinsip, perhitungan dan perlakuan tertentu guna memperoleh realibilitas (keabsahan hasil yang tidak menyimpang jika diterapkan pada pengujian-pengujian berikutnya).

Pra kondisi merupakan pengujian konvensional yang tergantung kepada kebutuhan terhadap pengujian utama. Sedangkan pengujian utama/fundamental merupakan upaya pengujian untuk mendapatkan kebaruan dari sebuah penelitian yang didasari pada penelusuran pengujian sebelumnya, atau dengan kata lain upaya menemukan kebaruan terhadap penelitian sebelumnya (baik pada sisi teori maupun metodologi) sebagai sebuah landasan riil untuk sebuah pengambilan keputusan, sebagai tetapan hasil analisis dan evaluasi secara menyeluruh dan mendalam (mengikuti prinsip filsafat deterministik).

Inovasi pada penulisan ini berusaha menampakkan adanya korelasi keteraturan pengujian pra kondisi dengan pengujian utama, yakni pada sisi penggunaan hitungan energi pemadatan guna didaparkannya jumlah tumbukan untuk pembuatan benda uji utama

dengan mengacu kepada pembuatan benda uji pengujian prakondisi, dimana direncanakan digunakan pada pengujian struktur perkerasan jalan berlapis banyak yang dibebani dengan beban statis (baik pada tengah, tepi dan sudut) benda uji, namun dapat juga dikembangkan dengan model pembebanan lainnya, misalnya beban siklis atau beban dinamis. Penentuan model pembebanan didasari pada apa yang menjadi keluaran dan menjadi hasil yang mengarah kepada penjelasan akan dampak dari sesuatu keluaran.

Pengujian prakondisi untuk pengujian struktur perkerasan jalan berlapis banyak yang dibutuhkan antara lain: Marshall test, cantabro, permeabilitas, UCS, ITS. Telah diketahui bersama bahwa pembuatan benda uji untuk semua jenis pengujian tersebut yakni sama-sama memakai Marshall (dengan pola hammer Marshall). Bertitik tolak pada pandangan ini dan adanya upaya memodifikasi penelitian sebelumnya dapatlah dikemukakan bahwa salah satu aspek penting pada pembuatan benda uji hammer Marshall adalah jumlah tumbukan, dimana penentuan jumlah tumbukan terkait dengan perhitungan tentang usaha pemadatan (energi pemadatan). Usaha pemadatan pertama kali dikembangkan oleh R.R. Proctor tahun 1920-an.

Adapun rumus energi pemadatan menurut AASHTO. 1986, berikut ini:

$$E = \frac{N.W.S}{V} \quad (1)$$

Dimana:

- E = Energi (ft lb/cu ft)
- N = Jumlah tumbukan
- V = Volume (cu ft)
- W = Berat hammer (lb)
- S = Tinggi jatuh hammer (ft)

Rumus lainnya energi pemadatan per volume satuan ( $E$ ), dinyatakan dalam persamaan

$$E = \frac{NbNiWH}{V} \quad (2)$$

Dengan:

- $Nb$  = Jumlah pukulan per lapisan
- $Ni$  = Jumlah lapisan
- $W$  = Berat pemukul
- $H$  = Tinggi jatuh pemukul
- $V$  = Volume mould

Ada juga rumus,

$$E = \frac{\left[ \begin{matrix} \text{Jml tumb.} \\ \text{@ lapis} \end{matrix} \right] \times \left[ \begin{matrix} \text{Jml lapis} \end{matrix} \right] \times \left[ \begin{matrix} \text{Berat} \\ \text{Pemukul} \end{matrix} \right] \times \left[ \begin{matrix} \text{Ting Jatuh} \\ \text{Penumbuk} \end{matrix} \right]}{\text{(Volume Cetakan)}} \quad (3)$$

Rumus 1,2 dan 3 pada prinsip sama saja, yang terpakai pada penulisan ini adalah rumus 1 dan sudah umum digunakan dalam perencanaan jalan, rumus ini memakai standart proctor dan modified proctor, sebagaimana telah dihitung oleh peneliti sebelumnya (Harry Patmadjaja). Hasil hitungannya dapat dilihat pada tabel 2 dan foto alat sesuai gambar 1, yang mana dalam hal ini dimodifikasi menjadi Hammer Marshall standar, Hammer Marshall modifikasi tidak dihitung dalam tulisan ini (yang dilakukan memodifikasi hammer Marshall standar).

Hasil perhitungan energi pemadatan sesuai Hammer Marshall standar dapat dilihat di tabel 3 berikut ini:



**Gambar 1.** Alat Pemadat Proctor

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Energi Pemadatan Proctor

	Standar Proctor	Modified Proctor
Jumlah Tumbukan	3 x 56	5 x 56
Berat Hammer	5,5 lb	10 lb
Tinggi Jatuh	1 ft	1,5 ft
Diameter Cetakan	6 in	6 in
Tinggi Cetakan	4,584 in	4,584 in
Volume Cetakan	0,075 cu ft	0,075 cu ft
Energi Pemadatan	12320 ft lb/cu ft	56000 ft lb/cu ft

Sumber: Hasil penelitian Patmadjaja H, dkk, 2001

**Tabel 3.** Hammer Marshall Standar

HAMMER MARSHALL STANDAR	
Jumlah tumbukan	2 x 50
Berat hammer	10 lb
Tinggi jatuh	1,5 ft
Diameter cetakan	4 in
Tinggi cetakan	3 in
Volume cetakan	0,021 cu ft
Energi pemadatan	71381 ft lb/cu ft

Sumber: Hasil pengolahan data dimodifikasi

Sesuai hasil perhitungan pada tabel 3 di atas, selanjutnya dapat dihitung jumlah tumbukan untuk benda uji pengujian utama, diambil sebagai contoh aplikasi/penggunaan terhadap benda uji berupa pelat berukuran (100 x 100 x 10) cm<sup>3</sup>. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini:

**Tabel 4.** Hasil perhitungan jumlah tumbukan pelat

Jenis pemadatan	Pelat (100 x 100 x 10 ) cm <sup>3</sup>			
	Volume (cu ft)	Berat (lb)	Tinggi jatuh (ft)	Jumlah tumbukan
Standar	0,22	10	1,5	1 x 1046

Sumber: Hasil pengolahan data

Untuk memudahkan pekerjaan pembuatan benda uji pelat sebaiknya bentuk hammer, berat hammer dimodifikasi dan tinggi jatuh tetap (misalnya alat pemadat dibuat dari beton cor yang diberi tangkai atau pelat baja diberi tangkai untuk menumbukkan beban tersebut ke bahan/material yang akan dipadatkan), artinya pada tulisan ini membicarakan alat pemadat manual. Sebagai contoh aplikasi/penggunaan rencana alat pemadat berat 22 lb, tinggi jatuh 1,5 ft. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini:

**Tabel 5.** Hasil perhitungan jumlah tumbukan pelat

Jenis pemadatan	Pelat (100 x 100 x 10 ) cm <sup>3</sup>			
	Volume (cu ft)	Berat (lb)	Tinggi jatuh (ft)	Jumlah tumbukan
Modifikasi 1	0,22	22	1,5	1 x 476

Sumber: Hasil pengolahan data dimodifikasi

Menurut tabel 5 di atas jumlah tumbukan pada lapisan pelat satu lapisan, sebanyak 476 kali, artinya 476 jumlah tumbukan terhadap luas permukaan benda uji berbentuk pelat berukuran 100 cm x 100 cm, ini memungkinkan dilakukan lagi modifikasi penetapan bentuk dan ukuran hammer, agar memudahkan dalam penumbukan dilakukan penetapan bentuk, yakni bentuknya bujur sangkar ukuran 25 cm x 25 cm (didapatkan 16 grid) atau ukuran 12,5 cm x 12,5 cm (didapatkan 64 grid). Sampai disini dapat ditetapkan jumlah pergrid sebanyak 7 kali atau sebanyak 30 kali tergantung pada ukuran hammer yang digunakan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan langkah perhitungan energi pemadatan hammer Marshall standar yang dimodifikasi benda ujinya (bentuk silinder menjadi bentuk pelat) dan bentuk serta ukuran hammer diperoleh tumbukan sebesar 1 x 476, lalu dimodifikasi ke bentuk grid maka dapat didapat jumlah tumbukan pergrid sesuai hammer yang digunakan.

## SARAN

Hasil perhitungan jumlah tumbukan sebesar 1 x 476 dapat digunakan pada pembuatan benda uji pengujian utama dan dihubungkan dengan hasil pengujian menggunakan silinder (pengujian prakondisi) untuk mendapatkan hubungan antara kuat tekan silinder vs kuat tekan pelat, sehingga dapat diperoleh faktor pengali. Sebaiknya juga dilakukan perhitungan hammer Marshall modifikasi untuk mendapatkan perbandingan yang sesuai antara Marshall standar dengan Marshall modifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *AASHTO Guide for Design of Pavement Structure*, Washington, D.C., 1986.
- Creswell W.J. 2010., *Research design* . Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan *Mixed* . Pustaka pelajar, Yogyakarta
- Magr. E. Mata Kuliah , Mekanika Tanah, [web.ipb.ac.id/~erizal/mektan/bab%204-perbaikan%20tanah.pdf](http://web.ipb.ac.id/~erizal/mektan/bab%204-perbaikan%20tanah.pdf), diakses 6 Agustus 2014

- Manto D, 2013, Pemadatan Tanah, [http : // darwismanto . blogspot . com /2013/03/ makalah-pemadatan-tanah.html](http://darwismanto.blogspot.com/2013/03/makalah-pemadatan-tanah.html), di akses 6 agus 2014.
- Patmadjaja H, Irawan S, Tanara R, Soeprajogi F. 2001., Penelitian Pendahuluan Penggunaan Benda Uji Kubus Beton Pada Perkerasan Lentur *Type Cement Treated Base* (CTB), Jurnal dimensi teknik sipil, vol. 3 No. 01, Maret 2001, 24-29 ISSN 1410-9530.

## ANALISIS PENGARUH *ONLINE SHOPPING* TERHADAP PERILAKU PERJALANAN BELANJA MENGGUNAKAN METODE *STRUCTURAL EQUATION MODELLING*

**Yustina Niken Raharina  
Hendra**  
Mahasiswa Magister Sistem dan  
Teknik Transportasi  
Fakultas Teknik - UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[yustinanikenrh@gmail.com](mailto:yustinanikenrh@gmail.com)

**Elfira Wirza**  
Alumni Magister Sistem dan  
Teknik Transportasi  
Fakultas Teknik - UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[physics\\_ra@yahoo.co.id](mailto:physics_ra@yahoo.co.id)

**Muhammad Zudhy Irawan**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik - UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 545675  
[zudhyirawan@ugm.ac.id](mailto:zudhyirawan@ugm.ac.id)

### Abstract

Searching product information and buying goods online causes significant changes in travel behavior and shopping trips. Online shopping is expected to reduce shopping trips. The aim of this study is to explore the factors that affect online shopping and its effect on the frequency of shopping trips. This study used structural equation modeling (SEM) for multiplying the relationship between online shopping and shopping trip and the factors influencing it. Data were distributed by online questionnaire and obtained 300 data and 19 data were not used because they never done online shopping. The variables used were 5 variable latent exogenous, 3 variables latent endogenous and 15 variables observed. The result showed that the frequency of searching product information has a positive effect on the frequency of shopping trips and the frequency of online shopping and online shopping has negative effect on shopping trips. These results indicated that, online shopping was additional and substitution of shopping trips. To optimize the benefits of online shopping that reduce the frequency of shopping trips did 4 scenarios. Scenarios were the most effective in reducing the frequency of shopping trips is improving the quality of internet network at home that affected a reduction of 53% from the present level

**Keywords** : *online shopping, shopping trips, structural equation mode*

### Abstrak

Pencarian informasi produk dan pembelian barang secara *online* menyebabkan perubahan yang penting dalam perilaku perjalanan dan karakteristik perjalanan seseorang. Dengan *online shopping* diharapkan dapat mengurangi perjalanan belanja yang dilakukan seseorang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggali hubungan antara *onlineshopping* dan pengaruhnya terhadap frekuensi perjalanan berbelanja seseorang. Penelitian ini menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) untuk menggali hubungan tersebut. Data kuesioner disebarluaskan secara *online* dan diperoleh 300 data dan 19 data tidak digunakan karena tidak pernah melakukan *onlineshopping*. Variabel yang digunakan yaitu 5 variabel laten eksogen dan 3 variabel laten endogen serta 15 variabel teramati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi mencari informasi di internet berpengaruh positif terhadap perjalanan belanja dan frekuensi *online shopping*. Sedangkan frekuensi *onlineshopping* berpengaruh negatif terhadap perjalanan belanja. Bagi sebagian orang, *online shopping* bersifat tambahan dan sebagian lagi bersifat pengganti. Untuk mengoptimalkan manfaat *online shopping* untuk mengurangi frekuensi perjalanan belanja ke toko, dilakukan 4 skenario. Skenario yang paling efektif adalah skenario dengan peningkatan kualitas jaringan internet di rumah yang memberi dampak pengurangan frekuensi perjalanan belanja sebesar 53% dari kondisi sekarang.

**Kata Kunci**: *belanja online, perjalanan belanja, model persamaan struktural*

## PENDAHULUAN

Perjalanan dilakukan setiap orang untuk berpindah dan melakukan aktivitas. Pertumbuhan penduduk akan meningkatkan jumlah perjalanan dan berdampak pada peningkatan kebutuhan akan kendaraan. Peningkatan jumlah kendaraan menimbulkan banyak dampak negatif perjalanan seperti kemacetan, polusi dan lain-lain. Berbagai cara dilakukan untuk

mengatasi masalah yang timbul seperti melalui manajemen permintaan transportasi (TDM). Strategi TDM yang banyak dilakukan yaitu manajemen lalu lintas, manajemen parkir, manajemen tata guna lahan, dan peningkatan layanan transportasi umum. Pada saat ini, penerapan teknologi informasi di bidang transportasi juga semakin meluas seperti e-toll, sistem informasi transportasi umum, *road pricing*, dan lain-lain. Selain hal tersebut, pemanfaatan perkembangan teknologi telekomunikasi dapat berupa pemanfaatan untuk pertemuan, cara belajar yang dapat dilakukan dengan jarak jauh, untuk melakukan kesenangan (rekreasi) dan berbelanja secara *online* tanpa harus melakukan perjalanan ke toko. Keputusan seseorang untuk berbelanja secara *on-line* secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap perilaku perjalanan seseorang seperti substitusi (*online shopping* menggantikan belanja secara konvensional), modifikasi (mengubah karakteristik perjalanan belanja), komplementer (melengkapi perjalanan belanja), netral (tidak berpengaruh terhadap perjalanan belanja). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara *online shopping* dan perilaku perjalanan belanja seseorang dengan memodelkan suatu persamaan struktural. Data yang digunakan diperoleh dari penyebaran kuesioner secara *online*. Populasi penelitian adalah pengguna internet, karena akses internet merupakan prasyarat untuk *online shopping*. Permodelan persamaan struktural digunakan untuk menangani kompleksitas hubungan antara *online shopping* dan perilaku belanja ke toko. Metode analisis ini mampu menjelaskan beberapa variabel independen secara bersamaan dan memungkinkan hubungan antara variabel yang akan diuraikan menjadi efek total, langsung dan tidak langsung. Hubungan antara *online shopping* dan perilaku perjalanan belanja seseorang dipengaruhi oleh berbagai aspek seperti aspek demografi (usia, tingkat pendidikan, penghasilan, dll), aspek sosioekonomi (jumlah anggota keluarga, jumlah kendaraan yang dimiliki, jumlah anggota keluarga yang memiliki Surat Izin Mengemudi/SIM), aspek karakteristik positif mode belanja baik secara *online* atau belanja langsung ke toko, aspek perilaku berinternet dan aspek perilaku berbelanja itu sendiri. *Online shopping* melengkapi bukan menggantikan metode belanja secara tradisional (ke toko). Masyarakat pada umumnya masih ingin memiliki pengalaman berbelanja secara tradisional dan mungkin akan melakukan *online shopping* sebagai peningkatan pengalaman berbelanja. Pola *online shopping* bersifat substitusi dipengaruhi oleh faktor sosioekonomi. Pola *online shopping* tidak dipengaruhi oleh kurangnya akses transportasi ke retail tradisional tetapi lebih kepada pola/gaya hidup seseorang. Seseorang yang memiliki keterbatasan waktu atau yang bekerja *full time* cenderung lebih sering melakukan *online shopping* dibandingkan dengan yang tidak bekerja.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Data diperoleh dengan menyebarkan kuesioner secara *online* sehingga pengguna internet sebagai populasi memiliki peluang yang sama untuk ikut memberikan data yang dibutuhkan. Data yang diperoleh sebanyak 300 responden dimana 19 orang tidak pernah melakukan *online shopping*. Kuesioner dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai karakteristik demografi dan sosioekonomi keluarga (jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, pekerjaan, pendapatan, dll). Bagian kedua bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai perilaku berinternet dan perilaku belanja. Bagian ketiga bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing mode belanja. Karakteristik konsumen yang melakukan *online shopping* ditampilkan pada Tabel 1. Rentang usia yang banyak melakukan *online shopping* yaitu pada usia 25-40 tahun sebanyak 68% responden yang merupakan usia produktif,

dengan tingkat pendidikan diploma/S1 sebesar 78% responden dengan rata-rata penghasilan 3-5 juta sebanyak 32%.

**Tabel 1.** Karakteristik Konsumen

Karakteristik		Jumlah	Persentase
Lokasi	Perkotaan	271	96%
	Kota kecil	10	4%
Jenis kelamin	Laki-laki	113	40%
	Perempuan	168	60%
usia	< 18 tahun	13	5%
	tahun	46	16%
	25-40 tahun	191	68%
	41-64 tahun	31	11%
	>64 tahun	0	0%
Pendidikan	SD/ sederajat	0	0%
	SLTP/ sederajat	0	0%
	SLTA/ sederajat	32	11%
	Diploma/S1	218	78%
	S2/S3	31	11%
Pekerjaan	Wiraswasta	21	7%
	Karyawan	127	45%
	Pelajar/mahasiswa	37	13%
	Tenaga pendidik	19	7%
	PNS	62	22%
	Ibu rumah tangga	9	3%
	Tenaga kesehatan	5	2%
	Pedagang	1	0,36%
	Lainnya	0	0%
Bidang	Pemerintahan	29	10%
	Transportasi	45	16%
	Pertanian/kerajinan	3	1%
	Militer (TNI/POLRI)	0	0%
	Komunikasi	16	6%
	Manufaktur	7	2%
	Konstruksi/SDM	18	6%
	Perbankan/jasa keuangan	77	27%
	Pendidikan/penelitian	64	23%
	Kesehatan	15	5%
	lainnya	7	2%
Penghasilan	<1.500.000	40	14%
	1.500.000-2.999.999	62	22%
	3.000.000-4.999.999	90	32%
	5.000.000-7.999.999	39	14%
	>8.000.000	50	18%

**Tabel 1.**Lanjutan

Karakteristik		Jumlah	Persentase
Kepemilikan SIM dalam keluarga	0	5	2%
	1	74	26%
	2	118	42%
	3	63	22%
	4	11	4%
	5	6	2%
	6	2	1%
	7	2	1%
Kepemilikan kendaraan	0	8	3%
	1	79	28%
	2	132	47%
	3	42	15%
	4	9	3%
	5	6	2%
	6	3	1%
	7	1	0,36%
8	1	0,36%	
Jaringan internet di rumah	Tidak ada	18	6%
	ada	263	94%

Karakteristik produk yang dibeli oleh konsumen ditampilkan pada Tabel 2. Produk yang paling banyak dibeli oleh responden secara *online* adalah produk *fashion* sebesar 74%, diikuti tiket pesawat/kereta sebesar 54%. Laki-laki lebih banyak melakukan membeli barang elektronik dan *gadget* dengan total 39% dari responden. Sedangkan perempuan lebih memilih barang-barang *fashion* dengan total 56% dari responden. Rata-rata konsumen membeli produk dengan harga kurang dari 500.000 dengan total responden 111 orang atau 39% dari responden

**Tabel 2.** Karakteristik Produk

Kategori produk	Karakteristik	Laki-laki		Perempuan		Total
		Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase	
Kategori produk	Perlengkapan mobil dan motor	5	100%	0	0%	5
	Fashion	52	25%	157	75%	209
	Elektronik dan gadget	110	91%	11	9%	121
	Kecantikan dan kesehatan	2	13%	14	88%	16
	Hobi dan olahraga	37	44%	47	56%	84
	Rumah tangga	4	7%	52	93%	56
	Perlengkapan bayi dan anak	2	33%	4	67%	6
	Tanaman dan hewan peliharaan	3	30%	7	70%	10
	Tiket pesawat/kereta	64	42%	87	58%	151
	Kantor dan industri	5	100%	0	0%	5
Harga produk	< 500.000	30	28%	78	72%	108
	500.000-1.499.999	33	40%	49	60%	82

Karakteristik		Laki-laki		Perempuan		Total
	1.500.000-3.499.999	20	38%	33	62%	53
	3.500.000-6.000.000	13	93%	1	7%	14
	> 6.000.000	17	81%	4	19%	21

Sedangkan pendapat responden mengenai karakteristik *online shopping* ditunjukkan pada Tabel 3. Dan metode pembayaran yang digunakan dalam belanja secara online oleh konsumen ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Karakteristik dari mode belanja secara *online*

Karakteristik	Sangat tidak setuju	Tidak setuju	Biasa	Setuju	Sangat setuju
Lebih menghemat waktu	1%	4%	15%	52%	27%
Dapat dilakukan sepanjang hari	1%	4%	10%	56%	30%
Deskripsi produk akurat	3%	19%	49%	25%	5%
Pilihan produk luas	1%	6%	27%	48%	18%
Informasi cukup	1%	15%	35%	44%	6%
Mengurangi biaya perjalanan dan biaya tambahan lainnya	3%	8%	19%	57%	14%
Lebih sulit	10%	52%	26%	9%	4%
Lebih beresiko	2%	28%	23%	27%	20%
Barang lama diterima konsumen karena waktu pengiriman lama	2%	21%	36%	32%	8%

**Tabel 4.** Metode Pembayaran

Metode Pembayaran	Total Responden	
Kartu Kredit	68	24%
Kartu Debit	187	67%
Transfer rekening bersama/ COD	26	9%

Perilaku seseorang belanja secara *online* akan memiliki pengaruh terhadap perjalanan seseorang. Pada Tabel 5 diketahui bahwa 39% responden melakukan pengurangan perjalanan berbelanja setelah melakukan *online shopping* dan 61% tidak terjadi mengurangi perjalanan.

**Tabel 5.** Pengaruh *online shopping* terhadap pengurangan perjalanan berbelanja

Pilihan	Responden	
Ada pengurangan perjalanan berbelanja setelah melakukan <i>online shopping</i>	110	39%
Tidak ada pengurangan perjalanan berbelanja setelah melakukan <i>online shopping</i>	171	61%

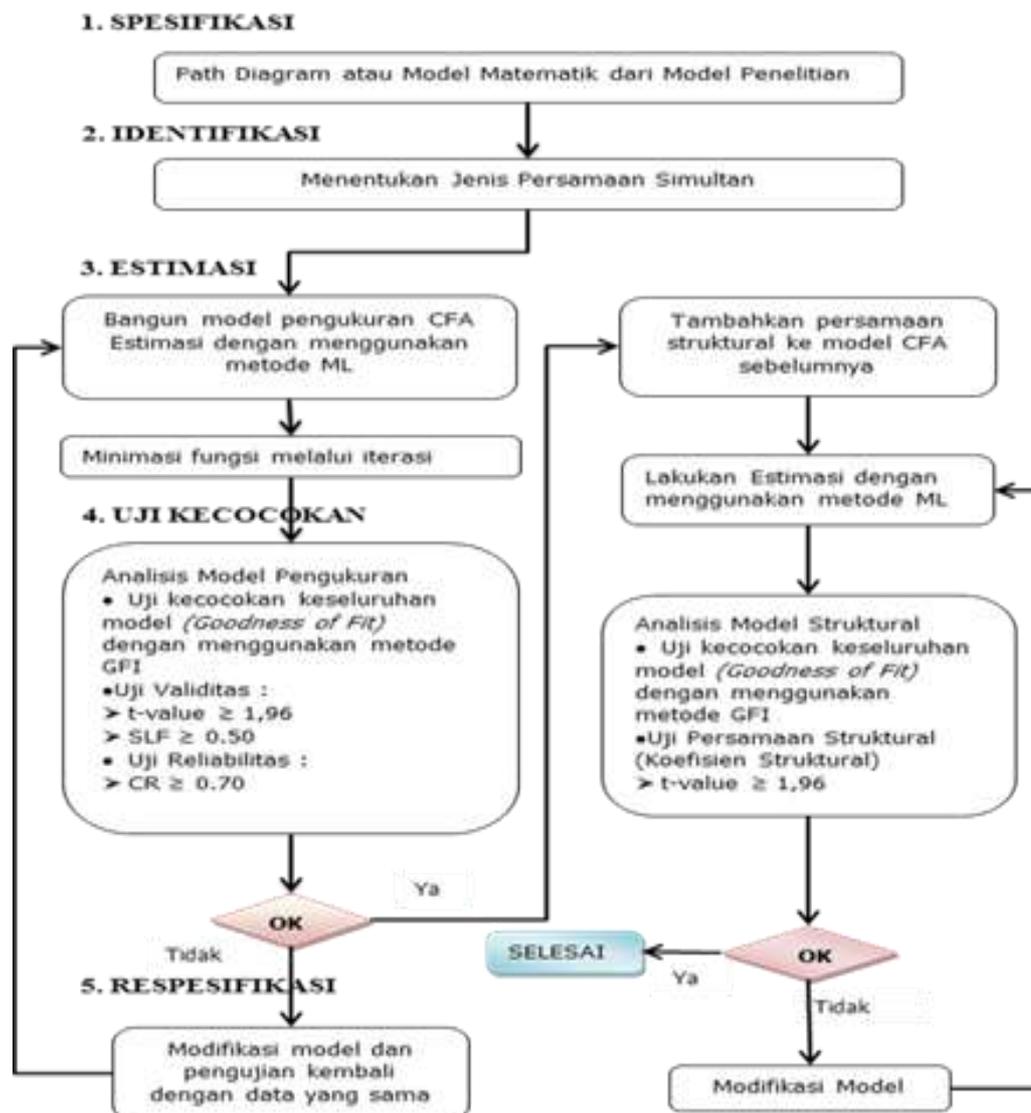
Tabel 6 menunjukkan bahwa sebanyak 36% responden mengubah tujuan perjalanan belanjanya menjadi tujuan perjalanan belanja lain dan sebanyak 64% responden tidak melakukan perubahan tujuan perjalanan.

**Tabel 6.** Pengaruh *online shopping* terhadap perubahan tujuan perjalanan

Pilihan	Responden	
Ada perubahan tujuan perjalanan setelah melakukan <i>online shopping</i>	102	36%
Tidak ada perubahan tujuan perjalanan setelah melakukan <i>online shopping</i>	179	64%

## ANALISIS

Metode analisis yang digunakan adalah SEM. Dengan tahapan analisis seperti pada Gambar 1. Pada SEM digunakan variabel eksogen dan variabel endogen. Hasil pemodelan dari SEM berupa model persamaan struktural yang menghubungkan antar variabel laten ditampilkan pada Tabel 6 dengan path diagram pada gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Analisis SEM

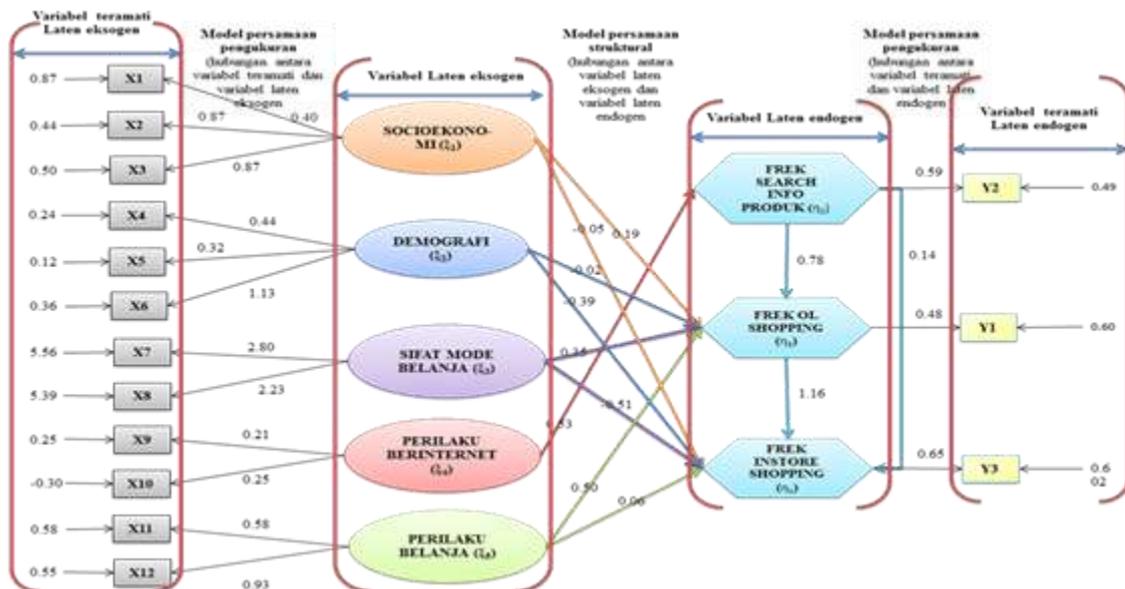
Hasil analisis SEM menghasilkan model persamaan struktural yang ditunjukkan pada Tabel 7. Model Struktural menggambarkan hubungan-hubungan yang ada di antara variabel-variabel laten.

**Tabel 7.** Persamaan struktural dari variabel laten

No	Variabel laten endogen	Persamaan struktural
1.	Frekuensi perjalanan belanja ke toko	$\eta_1 = 0.018 \xi_1 - 0.39 \xi_2 - 0,46 \xi_3 + 0,50 \xi_4 + 0.14 \xi_5 + 0.91$
2.	Frekuensi mencari informasi produk melalui internet	$\eta_2 = 0.53 \xi_4 + 0.78$
3.	Frekuensi belanja secara <i>online</i>	$\eta_3 = 0.19 \xi_1 + 0.066 \xi_2 + 0.35 \xi_3 + 0.62 \xi_4 + 0.50 \xi_5 - 0,34$

Persamaan struktural yang terjadi menunjukkan pengaruh dari variabel laten eksogen terhadap variabel laten endogen yaitu:

1. Variabel frekuensi perjalanan belanja secara konvensional ( $\eta_1$ ) dipengaruhi oleh sosioekonomi ( $\xi_1$ ) memiliki muatan faktor 0,018, demografi ( $\xi_2$ ) memiliki muatan faktor -0,39, karakteristik mode belanja ( $\xi_3$ ) memiliki muatan faktor -0,46, perilaku berinternet ( $\xi_4$ ) memiliki muatan faktor 0,50 dan perilaku berbelanja ( $\xi_5$ ) memiliki muatan faktor 0,14 dengan nilai koreksi 0,91.
2. Variabel frekuensi mencari informasi mengenai suatu produk melalui internet ( $\eta_2$ ) dipengaruhi oleh perilaku berinternet ( $\xi_4$ ) memiliki muatan faktor 0,53 dengan nilai koreksi 0,78.
3. Variabel frekuensi melakukan *online shopping* ( $\eta_3$ ) dipengaruhi oleh sosioekonomi ( $\xi_1$ ) memiliki muatan faktor 0,19, demografi ( $\xi_2$ ) memiliki muatan faktor 0,066, karakteristik mode belanja ( $\xi_3$ ) memiliki muatan faktor 0,35, perilaku berinternet ( $\xi_4$ ) memiliki muatan faktor 0,60 dan perilaku berbelanja ( $\xi_5$ ) memiliki muatan faktor 0,50 dengan nilai koreksi -0,34.



**Gambar 2.** Path Diagram Model Persamaan Struktural

Untuk mengoptimalkan peran online shopping dalam perubahan atau pengurangan perjalanan belanja seseorang, perlu dilakukan usaha-usaha pendukung. Usaha-usaha yang ingin direncanakan disusun dalam beberapa skenario sebagai berikut:

1. Skenario pertama dengan meningkatkan durasi waktu perjalanan belanja yang berpengaruh terhadap karakteristik perilaku belanja ( $\xi_5$ ). Salah satu caranya yaitu

zonalalulintas. Zona lalulintas adalah suatu teknik manajemen lalulintas untuk mengurangi kecepatan dan kenyamanan pengguna kendaraan pribadi dengan cara membuat jaringan jalan di kawasan tertentu tidak mungkin atau sulit dilalui oleh kendaraan pribadi tanpa harus memutar melalui jalan satu arah yang melingkarinya, sehingga memaksa pengguna mobil menempuh jarak yang lebih jauh karena tidak adanya jalur langsung ke tempat tujuan. Kondisi saat ini yang diperoleh melalui kuesioner, diketahui bahwa waktu perjalanan yang dibutuhkan rata-rata antara 30-45 menit. Skenario yang akan dilakukan adalah meningkatkan durasi waktu perjalanan belanja menjadi 60 menit atau 1 jam perjalanan. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah menerapkan zona lalulintas.

2. Skenario kedua terkait dengan skenario pertama. Skenario yang dilakukan adalah meningkatkan waktu yang dihemat setelah melakukan *online shopping* berpengaruh pada karakteristik perilaku berbelanja ( $\xi_5$ ). Seseorang yang bekerja di luar rumah, cenderung akan menggunakan waktu sebaik mungkin. Dengan adanya *online shopping*, maka waktu yang digunakan untuk belanja dapat dipergunakan untuk kegiatan yang lain. Kondisi saat ini, waktu yang dihemat setelah *online shopping* rata-rata antara 30-45 menit. Skenario yang akan dilakukan adalah meningkatkan waktu yang dihemat menjadi 60 menit atau 1 jam perjalanan.

Model persamaan struktural yang digunakan dalam skenario 1 dan 2 yang ditunjukkan Tabel 7 yaitu persamaan 1. Dalam skenario ini, dilakukan perbandingan hasil perhitungan kondisi sekarang dengan kondisi setelah dilakukan skenario. Hasil perhitungan yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Perubahan Frekuensi Perjalanan Belanja ke Toko Skenario 1 dan 2

No	Kondisi	Frekuensi perjalanan belanja ke toko	Perubahan Frekuensi perjalanan belanja ke toko
1	Kondisi Sekarang	3.68	
2	skenario 1	3.57	3%
3	skenario 2	3.61	2%

3. Skenario ketiga terkait dengan karakteristik mode belanja secara *online*, dengan peningkatan kualitas pelayanan *online shopping* yang terkait dengan waktu, produk yang ditawarkan, harga produk dan pengurangan biaya yang terjadi karena telah melakukan *online shopping*. Penilaian kondisi saat ini yang diberikan oleh responden yaitu: waktu pengiriman rata-rata berselang antara 4-6 hari diberi poin 2, harga yang ditawarkan rata-rata 4% dari harga di toko diberi poin 4, dengan tingkat keamanan yang masih kurang diberi poin 3 dan kemudahan transaksi yang masih standar diberi poin 3. Dalam skenario ini, setiap aspek ditingkatkan 1 poin di atasnya sehingga penilaian untuk tiap komponen positif karakteristik mode belanja secara online akan meningkat yang akan berpengaruh terhadap nilai  $\eta_3$ . Model persamaan struktural yang digunakan adalah model persamaan struktural no 1 dan no 3 yang ditunjukkan pada Tabel 7 yaitu persamaan 1 dan 3.

Hasil perhitungan untuk kondisi sekarang diperoleh nilai  $\eta_3$  untuk sebesar 24,83 dan disubstitusi ke persamaan 2 menghasilkan nilai  $\eta_1$  sebesar 0,66. Dengan peningkatan karakteristik positif mode belanja secara online memberikan hasil perhitungan  $\eta_3$  untuk persamaan 1 sebesar 25,21 dan menghasilkan nilai  $\eta_1$  sebesar 0,77.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan kualitas pelayanan online shopping akan mempengaruhi peningkatan frekuensi *online shopping* sebesar 2% dan hal unik juga

terjadi yaitu terjadinya peningkatan frekuensi belanja ke toko sebesar 17%. Hal ini mungkin terjadi karena pengaruh *online shopping* yang bersifat komplementer/bangkitan (*generation*), berarti bahwa *online shopping* membangkitkan permintaan baru untuk perjalanan ke toko. Dampak komplementer dapat dibagi menjadi 4 bentuk yang didasarkan pada proses belanja yang berbeda, yaitu:

- a. Seseorang menemukan produk secara *online*, dan melakukan perjalanan ke toko untuk membeli barang tersebut
  - b. Seseorang menemukan produk secara *online*, dan membelinya secara *online*
  - c. Seseorang membeli barang secara *online* dan membeli aksesoris atau produk yang terkait dengan barang yang dibeli secara *online* di toko.
  - d. Seseorang membeli barang secara *online*, dan mengambil barang tersebut di toko distributor/ jasa ekspedisi.
4. Skenario keempat terkait dengan peningkatan kualitas koneksi jaringan internet di rumah. Keberadaan koneksi jaringan internet di rumah akan berpengaruh terhadap kegiatan seseorang melakukan pencarian informasi mengenai suatu produk melalui internet dan akan mempengaruhi kegiatan seseorang dalam melakukan *online shopping*. Kondisi saat ini, jaringan internet di rumah penduduk rata-rata menggunakan *slow internet connection* (modem). Dengan peningkatan kualitas jaringan menjadi *fast internet connection* (wi-fi/kabel) diharapkan akan mempengaruhi kuantitas *online shopping* yang dilakukan, yang secara tidak langsung juga akan mempengaruhi perjalanan belanja seseorang. Model persamaan struktural yang digunakan adalah persamaan 1 dan 3.

Hasil perhitungan untuk kondisi sekarang diperoleh nilai  $\eta_3$  sebesar 24,83 dan menghasilkan nilai  $\eta_1$  sebesar 0,66. Dengan peningkatan kualitas jaringan internet di rumah memberikan hasil perhitungan  $\eta_3$  untuk persamaan 1 sebesar 27,31 dan menghasilkan nilai  $\eta_1$  sebesar 0,31. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan kualitas jaringan internet di rumah akan mempengaruhi peningkatan frekuensi *online shopping* sebesar 10% dan perubahan frekuensi belanja ke toko mengalami penurunan sebesar 53%.

Skenario yang dilakukan, menunjukkan bahwa yang memberikan perubahan yang paling besar dalam pengurangan frekuensi belanja seseorang adalah skenario dengan meningkatkan kualitas jaringan koneksi internet di rumah sebesar 53% pengurangan dari kondisi sekarang seperti ditunjukkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.**Perubahan Frekuensi Perjalanan Belanja ke Toko Skenario 3 dan 4

No	Kondisi	Frekuensi belanja online	Perubahan Frekuensi belanja online	Frekuensi perjalanan belanja ke toko	Perubahan Frekuensi perjalanan belanja ke toko
1	Kondisi Sekarang	24.83		0.66	
2	Skenario 4	25.21	2%	0.77	-17%
3	skenario 5	27.31	10%	0.31	53%

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kegiatan online shopping berpengaruh negatif terhadap perjalanan belanja seseorang yang berarti bahwa online shopping mampu

mengurangi jumlah perjalanan belanja yang dilakukan, sehingga dapat dijadikan salah satu strategi manajemen permintaan transportasi. Dari skenario yang dimodelkan menghasilkan pengurangan frekuensi perjalanan yang berbeda-beda. Skenario 1 menghasilkan 3% perubahan frekuensi perjalanan, skenario 2 menghasilkan perubahan 2% frekuensi perjalanan, Skenario 3 menghasilkan 17% perubahan (peningkatan) frekuensi perjalanan dan skenario 4 menghasilkan perubahan 53% frekuensi perjalanan. Sehingga skenario 4 merupakan skenario paling efektif yang menghasilkan perubahan perjalanan terbesar dibandingkan skenario yang lain.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Gould, J. and T. F. Golob., 1998. "Will Electronic Home Shopping Reduce Travel?" *Transport Reviews* **12**: 26-31.
- Graham, S. and S. Marvin., 1996. *Telecommunications and the City: electronic spaces, urban places*. New York, NY, Routledge.
- Hägerstrand, T., 1967. *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. University of Chicago Press, Chicago.
- Jöreskog, K.G., Sörbom, D., 2001. *LISREL 8: User's Reference Guide*. Scientific Software International, Lincolnwood.
- Solomon, I. Telecommunications and Travel Relationships: A Review. *Transportation Research*, Vol. 20A, No. 3, 1986, pp.223-238

## PSYCHOLOGICAL INFLUENCE OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME TO TRAVEL BEHAVIOUR

**Yosritzal**

Staff

Department of Civil,  
Faculty of Engineering  
Andalas University  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496  
[yosritzal@gmail.com](mailto:yosritzal@gmail.com)

### Abstract

There is increasing interest in understanding travel behaviour to predict the effect of a policy into the shape of transportation system. However, less attention has been given to the psychological aspect of the system that leads to travel behaviour changing. This paper overview a comprehensive research that combined psychological related research area into transportation especially travel behaviour. Specifically, this paper overview several studies on the psychological aspect of travel time with respect to the positive utility of travel time in data collection and analysis. There are three aspects of the effects discussed in this paper such as perception of time, attitudes, and value of time. The integration of the psychological research methods into transportation offers a deep understanding of travel behaviour at individual as well as aggregate level.

**Keywords:** *psychological influence, positive utility of travel time, travel behaviour.*

## INTRODUCTION

In psychology, there is a quotation saying that time is perceived to be shorter when having fun or time is crawling when you have fun. This has been proven by several studies such as Danckert and Allman (2005), Gray and Gray (1975), and O'Brien et al. (2011). They examined participants in two groups, one group conducting a fun task and another group conducting a boring task. The study found that those who conducted boring task perceived the elapsed time longer than those who engaged in a fun task. However, the study was conducted in a laboratory where researcher can minimise unexpected factors to influence the results. Will the results be the same if the study conducted in a real life activities such as travelling on a train?

In traditional transportation studies, travel time was considered, as a wasted time because it was perceived to have a negative or no utility therefore should be minimised. However, in some transportation modes such as train, passengers have an opportunity to conduct a more productive or enjoyable activities. Travel time was no longer a wasted time but has a positive utility or at least the negative utility is reduced. There was an expectation that the use of technologies whilst travelling would increase the potential to use of travel time for more productive and enjoyable activities such as preparing presentation file, reading and writing e-mail, browsing internet either for job or just for fun. In this case, travel time is not only perceived as a mean to reach a destination, but also a "gift time" to carry out activities that might not be able to do at a normal time (Jain and Lyons, 2008).

This paper presents an overview of the positive utility of travel time and how it psychologically influence travel behaviour of passengers. Section 2 presents the evidence of positive utility of travel time in previous studies. The effect of the positive utility of travel time to the perception of time is presented in section 3 followed by its effect on the

attitude and opinions of travellers in section 4. The section 5 presents its effect on the value of time. Finally, section 6 presents discussion surround the findings and its potential impact to current train operation policy.

## **THE EVIDENCE OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME**

The positive utility of travel time has been recognised by researcher since the concept of value of travel time was introduced by Johnson (1966) as one of application of the Becker's (1965) theory of time. According to Johnson (1966) similar to time spent on work, time spent on a work trip also has a utility to allow the possibility that the travelling is desirable. Oort (1969) supported Johnson's theory that work trip does have a utility value especially when the time can be used productively or is relatively pleasant, however, in general, people prefer to reduce the time spent in travelling.

The discussion about positive utility of travel time is increasing as invention in information and communication technologies giving more opportunity for travellers to use travel time more productively. Introduction of smartphone, tablet PC, and laptop as well as Internet services allow travellers to communicate with other people in the office or doing office work whilst travelling. Mokhtarian and Salomon (2001) put the idea that 'travel time is a derived demand' in a question mark, because utility of travel time also is not only activities conducted at the destination which made possible by travelling but also activities conducted during the journey and the travelling itself.

Previously, Mokhtarian and Salomon (1997) differentiated travel into utilitarian and undirected. Utilitarian travel is when people choose the shortest or the fastest route. In this case, travel is completely ancillary given the primary goal is to arrive at the required destination. On the other hand, undirected travel is when people prefer to choose a longer or faster route because they enjoy the beauty of the scenery or there are other attractions along the route. Here travel was primary and the destination was ancillary. Furthermore it is possible that these two components are of equal or with a different balance of utility.

Mokhtarian and Salomon (2001) hypothesised the unobserved "*desired level of mobility*" exists as a subset of the "*desired travel time budget*" (TTB). By using the terminology "*desired*", implicitly, Mokhtarian and Salomon (2001) suggested that people have a tendency to travel within their time budget, however, in reality, the travel may or may not be actually implemented. Both of these vary across individuals, and within the same individual across time. The study demonstrated that people seek to decrease their travel, only if the desired optimum was exceeded, conversely people seek to increase travel to reach their ideal. Therefore, instead of considering travel time as a cost, it is suggested that people tend to reach the amount of travel that is considered "*ideal*" (Mokhtarian and Salomon, 2001).

Lyons and Urry (2005) criticised the value of time (VOT) theory that assumed travel time is unproductive time, because in this information age, several activities can be conducted whilst travelling including doing office work on computer, online shopping or enjoying online movies. Lyons and Urry (2005) suggested that the use of value of travel time savings (VTTS) in assessing an investment in transportation might over estimate of its benefit. Similarly, Metz (2008) regards travel time saving as a myth because individuals have travel time budget and the time saved from a travel time would be used for other travel or to travel longer.

Based on data collected in 2004, Lyons et al. (2007) presented a new evidence of travel time use in the UK which showing that most of travellers used their travel time for more productive and enjoyable. Similar study was conducted in 2010 and revealed that the proportion of people in term of activities conducted whilst travelling were consistent between the 2004 and 2010 data (Lyons et al., 2013). In Netherland, Ettema and Verschuren (2007) conducting a study about the effect of multitasking ability to the value of travel time savings revealed some activities that often performed by travellers on public transportare reading for leisure (80%), reading for work (67%) and window gazing (60%).

Lyons et al. (2013) found that the numbers of passengers equipped with electronic devices in 2010 was higher than in 2004, whilst on the contrary, those who were equipped with a newspaper in 2010 was lower than in 2004. However, those who were equipped with electronic devices may not used them whilst travelling. For example, a laptop, despite the proportion of those who use one whilst travelling increasing by 70% in 2010, only one third of those who were equipped with one, reported using it. It is arguable that the situation on the train such as enough space or time to use it, determined whether the equipment could be used or not.

Those studies (Lyons et al., 2007; Lyons et al., 2013 and Ettema and Verschuren 2007) were based on a self-completion questionnaire data which potentially to bias as respondents might not remember their activities during their last journey.

Yosritzal (2014) carried out a study by interviewing rail passengers during their journey on East Coast Mainline train travelling between Newcastle and London. Similar to Lyons et al. (2013), the study found that most of travellers reported that their main activities whilst travelling were reading a printed book/newspaper/magazine, chatting with other passengers and enjoying the view as shown in **Table 1**.

In this study, the activities were differentiated into 3 groups i.e. electronic based (EB), non-electronic based (NEB) and personal engagement (PE). Electronic based activities are activities that are conducted using one or more electronic devices such as a laptop, mobile phone, and multimedia player. Non-electronic based activities are the activities that require an interaction with other passengers or a non-electronic device such as using a pen and paper, reading a book/magazine/newspaper, chatting with other passengers, and eating or drinking. Personal engagement activities are those that can be conducted without involving other passengers or any devices. Such activities include enjoying the view, sleeping and thinking. Being bored or anxious is included in personal activities.

**Table 1.** Activities of Rail Passengers whilst travelling

No	Activity	Frequency <sup>a</sup>	Percentage (%)	Main Activity <sup>b</sup>	Percentage (%)
<i>Electronic based activities (EB)</i>					
1	Working on computer	47	17.7	16	6.0
2	Reading/Writing e-mails	115	43.2	18	6.8
3	Logging onto the internet for work related purposes	48	18.0	0	0.0
4	Browsing internet for leisure	57	21.4	2	0.8
5	Accessing social network website	45	16.9	1	0.4
6	Text messaging/making phone calls	177	66.5	16	6.0

No	Activity	Frequency <sup>a</sup>	Percentage (%)	Main Activity <sup>b</sup>	Percentage (%)
<i>Electronic based activities (EB)</i>					
7	Listening to Radio/Music	50	18.8	14	5.3
8	Watching a film/Video	15	5.6	4	1.5
9	Playing digital games	14	5.3	1	0.3
10	Reading e-book	11	4.1	5	1.9
<i>Non-electronic based activities (NEB)</i>					
11	Pen and paper work	65	24.4	5	1.9
12	Studying	14	5.3	2	0.8
13	Reading printed book/ magazine/newspaper for leisure	184	69.2	111	41.7
14	Playing non-digital games	8	3.0	2	0.8
15	Chatting with other passengers	58	21.8	14	5.3
16	Eating and/or drinking	170	63.9	2	0.8
17	Entertaining children	9	3.4	1	0.3
<i>Personal engagement activities (PE)</i>					
18	Enjoying the view	157	59.0	23	8.6
19	Thinking	167	62.8	16	6.0
20	Sleeping	66	24.8	5	1.9
21	Being bored or anxious	19	7.1	1	0.3
22	Other <sup>γ</sup>	7	2.6	7	2.6
	Total Respondent			266	100.0

Source: Yosritzal et al. (2011)

## THE EFFECT OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME TO THE PERCEIVED TIME

As mention earlier in section 1, psychology revealed that time is felt shorter than the actual when having fun and longer when being bored. Will this theory applicable in transportation? Evidence has proven that travel time has been used productively by most of rail passengers (Lyons et al. 2007; Lyons et al., 2013; Ettema and Verschuren, 2007; Yosritzal et al., 2011). The productive use of travel time was expected to make travel time more enjoyable, will the travel time be perceived shorter than actual?

Before the widespread ownership of personal electronic devices, possible activities that can be conducted whilst travelling were limited to a non-electronic based activities such as reading a printed material (such as book, magazine or newspaper), chatting with other passengers and enjoying the view. Wilson (1983) revealed that at the time, travel time was perceived to be higher than actual by rail passengers. The study was conducted by adopting psychological research method by asking travellers to estimate the elapsed time spent on train from their origin station until they were interviewed. However, the study was conducted in a local train that might have a different characteristic from an intercity journey.

Taking sample from both long and short journey rail passengers, Lyons et al. (2007) found that travel time seems to pass more quickly when engaging in an electronic based activities. This result seems to support the expectation that the use of such technologies makes travel time more enjoyable and more productive therefore the elapsed time felt shorter than it actually was. However, a direct comparison between those studies cannot be conducted because the methods used were different. While Wilson (1983) asked respondents to estimate the elapsed time during a face-to-face interview on train travelling between Newcastle and Hexham, Lyons et al. (2007) collected their data qualitatively by distributing a self-completion questionnaire at several major railway stations in the UK.

In contrast, Yosritzal et al. (2011) found that travel time is perceived to be higher than actual when engaging in electronic based (EB) activity. Those who engaged in non-electronic based (NEB) activity perceived travel time shorter than actual whilst those who engaged in personal engagement (PE) activities perceived travel time equal to the actual (Yosritzal, 2011). The EB activities are activities that are conducted using one or more electronic devices such as a laptop, mobile phone, and multimedia player. The NEB activities are the activities that require an interaction with other passengers or a non-electronic device such as using a pen and paper, reading a book/magazine/newspaper, chatting with other passengers, and eating or drinking. The PE activities are those that can be conducted without involving other passengers or any devices. Such activities include enjoying the view, sleeping and thinking. Being bored or anxious is included in personal activities.

This finding is different from previous study by Lyons *et al.* (2007). Travel time passes more quickly than the actual time when respondents interacted with other passengers or read magazines, newspapers and books. Travellers who were working on the computer or other electronic devices perceived travel time higher than the actual, and those who were enjoying the view whilst travelling, perceived travel time as equal to the actual. However due to disaggregation of data into three groups, it was evident that the statistics of significance was much lower and the density of points about regression was much less. Outliers (outside three standard deviations of the mean) suggested that there was a possible structure in the clustering of the data which required further investigation.

## **EFFECT OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME TO ATTITUDE**

One of the advantages of travelling by rail is that the passengers have an opportunity to carry out productive and enjoyable activities. It was proven by evidence that only very little less than 5% of passengers getting bored during rail journey as found in Lyons et al. (2007); Lyons et al. (2013) and Yosritzal et al. (2011).

Regarding attitude to travel (of those that enjoy travelling), Mokhtarian and Solomon (2001) found that more than 80% of respondents agree with the statement: "*It is nice to be able to do errands on the way to or from work.*" Only about 15% agreed with the statement: "*The only good thing about travelling is arriving at your destination.*" Surprisingly, the study found that nearly equal proportion between those who agree, neutral and disagree with the statement: "*I use my commute time productively.*" It is arguable that the finding is bias as the study did not consider the advantages of one mode over another such as the convenience to conduct a productive activity whilst travelling on a

train compared to on a bus. However, the study provided evidence that the intrinsic utility for travel was existed and was recognised by a large portion of travellers.

Lyons et al. (2007) found that those business travellers were more likely to bring equipment that helps them to do productive work during the journey. Those who prepared their journey with the equipment were more likely to perceive their travel time “worthwhile” than those who were not prepared. However, being prepared with equipment does not guarantee the equipment will be used. Lyons et al. (2007) found that about 65% of individuals taking laptop with them do not use it on train and 62% of commuters do not spend their time on paper work they have. Lyons et al. (2007) suggested that the decision of the time use is flexible despite they prepared their journey with the equipment.

**Table 2.** Spearman’s correlations between RPA and factors for EB, NEB and PE.

Factor	Label	Main Activity		
		EB	NEB	PE
Factor was represented by component with highest factor loading				
Factor 1	Personal feeling	-0.13	0.08	-0.02
Factor 2	Multitasking ability	-0.05	0.00	0.11
Factor 3	Technology effect	<b>0.20</b> **	0.04	0.20
Factor 4	Train comfort potential	-0.07	-0.10	-0.06
Factor 5	Productivity	-0.07	0.05	0.34 *
Factor 6	Journey duration	0.13	0.10	0.20
Factor was represented by sum of components score				
Factor 1	Personal feeling	0.04	0.03	-0.08
Factor 2	Multitasking ability	-0.03	-0.01	0.17
Factor 3	Technology effect	<b>-0.27</b> *	0.05	0.08
Factor 4	Train comfort potential	0.02	<b>-0.15</b> **	-0.07
Factor 5	Productivity	-0.05	0.04	0.32 **
Factor 6	Journey duration	0.13	0.10	0.20
Factor was represented by factor score				
Factor 1	Personal feeling	-0.06	0.05	-0.12
Factor 2	Multitasking ability	-0.05	-0.03	0.16
Factor 3	Technology effect	<b>0.29</b> *	0.04	0.09
Factor 4	Train comfort potential	-0.02	<b>-0.16</b> **	-0.16
Factor 5	Productivity	-0.08	0.10	0.34 *
Factor 6	Journey duration	0.05	0.03	0.18

\* Statistically significant data at the 95% level of confidence

\*\* Statistically significant data at the 90% level of confidence

Source: Yosritzal et al. (2014)

The correlation analyses of the factors solutions revealed that most of the factors were not correlated with the perception of time. **Table 2** reveals that there was one factor only in each model that was statistically significantly correlated with RPA namely factor 3 (technology effect) in EB, factor 4 (train comfort potential) in NEB and factor 5 (productivity) in PE model as pointed in bold number with a star symbol explaining its

significance level. It is worth noting that the coefficients' correlations are not strong enough (lower than absolute 0.50) suggesting that the correlation existed but other factors may have a stronger influence on the relationship.

The perception of time of those who engaged in EB whilst travelling is positively correlated with the agreement to the statements related to the effect of the use of technology such as acceptance for a small increase of travel time and cost as long as free Wi-Fi available on-board. It was arguable that the perception of time of those who engaged in EB was influenced by the productivity they achieved whilst travelling as discussed in Yosritzal et al. (2011). On the other hand, the perception of time of those who engaged in NEB is negatively correlated with the agreement to train comfort potential suggested that travel time felt shorter than actual when the train is comfortable. In contrast, the perception of time for those who engaged in PE was positively correlated with the agreement to the statements related to productivity whilst travelling suggested that they wish to engaged in a more productive work rather than just enjoying the view or thinking.

## **THE EFFECT OF POSITIVE UTILITY OF TRAVEL TIME TO VALUE OF TIME**

The value of time is considered as a representation of a psychological process in decision making of respondents because usually the study of value of time is based on a stated preference survey (See Hensher, 2006 and Hensher et al., 2005). In the survey, respondents were asked to consider the attributes values of several alternatives and choose one alternative giving the most benefit to them. The perception of each alternative and attributes are expected to influence the decision being made. As discussed earlier, the productive use of travel time challenges the assumption that travel time is unproductive and should be minimised. However, Lyons et al. (2007) suggested that the productive use of travel time might not necessary challenge the value of time theory but it might reduce it depend on the productivity of passengers during the journey.

Fickling et al. (2009) conducted a specific study which commissioned by Department for Transport, UK, to estimate the VOT with regards to the positive utility of travel time. The study found that the VOT is reduced to 50% of the previously calculated benefit of time saving from the business sector. Fickling et al. (2009) noted that marginal reduction in travel time less than 20 minutes are not worth for more productive time at work. One of importance result from Fickling et al. (2009) is that in calculation of monetary benefit of time saving should also consider welfare benefits beside its financial consequence. This was supported by Russell (2012) who found that travel time use is one of welfare benefit of travel time.

Back to the effect of the productive use of travel time to VOT, Ettema and Verschuren (2009) found that individuals who do not like multitasking and regard deadline as strict, have a higher VOT. Those who applied multitasking to make travel time more comfortable have a lower VOT. However, when several tasks were conducted simultaneously in order to get it done, the VOT of the individuals was higher. With respect to travel time use, the variation of the VOT might also influenced by other factors that did not included in this study.

In a more recent study, Yosritzal (2014) examined the variation of the VOT based on passengers' main activity during the journey. Yosritzal (2014) found that travel time was

higher when individuals engaged mainly in EB activities followed by those who engaged in NEB and PE. As the samples were mainly business travellers who worked on computer, the result reflecting the higher VOT of them compared to those who travel for leisure rather than the influence of the use of electronic devices.

## **DISCUSSION**

The psychological effect of positive utility of travel time has been presented in this paper including its effect on perception of travel time, attitudes and value of time. There was some contradictions found in the studies reviewed such as whether the use of technology reduces the perception of time or not. Qualitative research by Lyons et al. (2007) confirmed that the travel time seems to pass more quickly when engaging in electronic based activity whilst a quantitative study by Yosritzal et al. (2011) found the opposite. The methods of the study may play a role in the difference where in the qualitative study respondents answered the question based on the experience not at the time when the survey carried out and in the quantitative study, the answer was based on the actual experience of passengers at the time of the survey. In answering the quantitative study, passengers have an opportunity to compare their feeling when engaging in EB activities and other activities, whilst in the quantitative study, passengers made an estimation of the elapsed time without any comparison. It was researcher who made a comparison between the estimated time and the actual time recorded. It was suggested that passengers made estimation based on the productivity achieved because they do not have any other clue on the elapsed time.

In term of its effect on the attitudes and value of time, all studies found that even though travellers has opportunity to work whilst travelling, reduction of travel time is still demanded. This is a strong indication that the activity whilst travelling is less priority compared to the activity that can be conducted at the destination. However, it was also indicated that the activities whilst travelling have a positive impact for wellbeing. Therefore, instead of accepting travel time saving and rejected travel time use or vice versa, accepting travel time use and rejecting travel time saving.

As both, shorter journey and possibility to use travel time more productively, demanded by passengers, it is more convenience if policy makers put them together in considering an investment benefit in the future. Therefore, not only how to arrive at the destination is importance, but also how the quality of time spent on-board is increased. This policy is expected to make public transport more attractive than private car, which in turn reduce the traffic congestion.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

Special thanks to Professor Margaret Bell, CBE and Dr. DilumDissanayake for their invaluable input and discussion.

## **REFERENCES**

Becker, G. S. (1965) 'A Theory of the Allocation of Time', *The Economic Journal*, 75(299), p. 24.

- Ettema, D. and Verschuren, L. (2007) 'The effect of multi-tasking on the value of travel time savings', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (Volume 2010/2007), pp. 19-25.
- Fickling, R., Gunn, H., Kirby, H. R., Bradley, M. and Heywood, C. (2009) *Productive Use of Rail Travel Time and the Valuation of Travel Time Savings for Rail Business Travellers*. [Online]. Available at: <http://www.dft.gov.uk/publications/productive-use-of-travel-time/>.
- Gray, C. T. and Gray, C. R. (1975) 'Time Perception: Effects of Introversion/ Extraversion and Task Interest', *Perceptual and Motor Skills*, 41, pp. 703-708.
- Hensher, D. A. (2006) 'Towards a practical method to establish comparable values of travel time savings from stated choice experiments with differing design dimensions', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(10), pp. 829-840.
- Hensher, D. A., Rose, J. M. and Grene, W. H. (2005) *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jain, J. and Lyons, G. (2008) 'The gift of travel time', *Journal of Transport Geography*, 16(2), pp. 81-89.
- Johnson, M. B. (1966; Spring) 'Travel Time and The Price of Leisure', *Western Economic Journal*, 4:2, p. 135.
- Lyons, G., Jain, J. and Holley, D. (2007) 'The use of travel time by rail passengers in Great Britain', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), pp. 107-120.
- Lyons, G., Jain, J., Susilo, Y., and Atkins, S. (2013) 'Comparing rail passengers' travel time use in Great Britain between 2004 and 2010', *Mobilities*, 8:4, 560-579, DOI:10.1080/17450101.2012.743221.
- Lyons, G. and Urry, J. (2005) 'Travel time use in the information age', *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, 39(2-3), pp. 257-276.
- Metz, D. (2008) 'The Myth of Travel Time Saving', *Transport Reviews*, 28: 3, pp. 321-336.
- Mokhtarian, P. L. and Salomon, I. (2001) 'How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(8), pp. 695-719.
- Mokhtarian, P. L. and Salomon, I. (1997) 'Modeling the desire to telecommute: The importance of attitudinal factors in behavioral models', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(1), pp. 35-50.
- O'Brien, E. H., Anastasio, P. A. and Bushman, B. J. (2011) 'Time crawls when you're not having fun: feeling entitled makes dull tasks drag on', *Personality and social psychology bulletin*, 37(10), pp. 1287-1296.
- Oort, C. J. (1969) 'The Evaluation of Travelling Time', *Journal of Transport Economics and Policy*, 3, p. 8.
- Russell, M. L. (2012) 'Travel Time Use on Public Transport: What Passengers Do and How it Affects Their Wellbeing', PhD Thesis, The University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Wilson, T. K. (1983) *The Generalised Cost of Travel Involving Interchange*. University of Newcastle Upon Tyne.
- Yosritzal (2014) 'An investigation into the role of technology in influencing the perception and value of travel time.' PhD Thesis, Newcastle University, United Kingdom.

Yosritzal, Dissanayake, D., and Bell, M. (2011) ‘‘Is technology influencing the perception of time? Experience of train travellers’’, the 44<sup>th</sup> Annual UTSG Conference Proceeding, Aberdeen (4-6 January 2012).

Yosritzal, Dissanayake, D., and Bell, M. (2014) ‘Investigation of the Effect of Advanced Technology on Attitudes and Opinions of Travellers Towards Train Services’, unpublished work.

## ANALISIS PERILAKU BERKENDARA PENGEMUDI TRANS JOGJA DENGAN MENGGUNAKAN TACHOMETER

**Dian Noviyanti**

Undergraduated Student  
Civil and Environmental Engineering-UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM  
Yogyakarta, 55281  
Telp: 087738849343  
[noviyantid92@yahoo.com](mailto:noviyantid92@yahoo.com)

**Ahmad Munawar**

Lecturer on Civil and Environmental Engineering  
Civil and Environmental Engineering-UGM  
Jln. Grafika 2, Kampus UGM  
Yogyakarta, 55281  
Telp: (0274) 524244  
[munawarugm@gmail.com](mailto:munawarugm@gmail.com)

### Abstract

Tachometer is an instruments that can measure rotation speed of an object that indirectly indicate the machine rotation's safety. One of tachometer's installation is in Trans Jogja's busses. Writer had done an analysis with primary data collected from speed graph reading as tachometer's recording result; and secondary data from PT. Denso Sales Indonesia as tachometer DDD-100 distributor. The result of this research shows that the average speed of Trans Jogja busses is 42,86 km/hour in the morning; 36,5 km/hour at noon; 35,2 km/hour in the afternoon and 37,39 km/hour in the evening. Meanwhile, for the violation whereas the driver exceeds maximum vehicle speed inside a city which is 50 km/hour (according to UU No.22 Tahun 2009) is 27,45% in the morning; 12,6% at noon; 13,1% in the afternoon and 17,46% in the evening. The result of this analysis is expected to become an evaluation and can give needed recommendations for policy making to increase Trans Jogja's level of service.

**Key Words:** Tachometer, driving behavior, Trans Jogja

### Abstrak

Tachometer merupakan instrumen yang mampu mengukur kecepatan putaran sebuah objek yang secara tidak langsung merupakan indikasi keselamatan dari perputaran mesin. Salah satu penggunaan tachometer adalah pemasangannya pada armada trans jogja. Penulis melakukan analisis dengan pengambilan data primer berupa pembacaan grafik kecepatan sebagai hasil rekaman data tachometer dan data sekunder dari PT. Denso Sales Indonesia sebagai distributor tachometer DDD-100. Hasil penelitian menunjukkan kecepatan rata-rata armada trans jogja pada pagi hari adalah sebesar 42,86 km/jam; siang hari 36,5 km/jam; sore hari 35,2 km/jam; dan malam hari 37,39 km/jam. Sedangkan untuk pelanggaran yang dilakukan, dimana pengemudi melewati batas kecepatan maksimal kendaraan dalam kota, yaitu sebesar 50 km/jam (menurut UU No. 20 Tahun 2009) adalah sejumlah 27,45% pelanggaran pada pagi hari, 12,6% pada siang hari, 13% pada sore hari, dan 17,46% pada malam hari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi dan landasan rekomendasi yang diperlukan untuk pengambilan kebijakan guna meningkatkan pelayanan trans jogja.

**Kata Kunci:** Tachometer, perilaku berkendara, Trans Jogja

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Terjadinya kecelakaan lalu lintas di Indonesia yang masih terbilang tinggi salah satunya diakibatkan oleh masih rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya berkendara dengan aman dan selamat. Dari data di Provinsi DIY tahun 1996-2007, tercatat telah terjadi ±3071 kecelakaan lalu lintas yang sebagian besar melibatkan angkutan umum.

Sunarko (2004) menyebutkan bahwa sebagai cerminan baik buruknya sistem angkutan umum di suatu kota adalah sikap pengemudi dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat dengan sebaik-baiknya yang meliputi keamanan dan keselamatan penumpang

serta menghindari kemacetan lalu lintas bagi pemakai jalan yang lain. Perilaku pengemudi angkutan umum saat ini sudah banyak dikeluhkan oleh sebagian besar pengguna jalan dimana kebanyakan pengemudi angkutan umum memiliki perilaku yang kurang baik dalam mengemudikan kendaraannya.

Hal ini juga terjadi di Yogyakarta, dimana perilaku pengemudi angkutan umum di Yogyakarta sudah tidak mencerminkan etika berlalulintas. Pengemudi menyiapkan kendaraan lain tanpa memperhatikan rambu lalu lintas atau marka atau lampu lalu lintas dan situasi-situasi di kanan-kiri-muka-belakangnya, kebut-kebutan di jalan tanpa menghiraukan keselamatan pengguna jalan lainnya, berhenti seenaknya tanpa memperhatikan rambu atau marka jalan terutama saat akan menaik-turunkan penumpang.

Trans Jogja merupakan salah satu strategi yang ditempuh Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta untuk memperbaiki sistem transportasi, khususnya transportasi umum yang mulai dioperasikan sejak tahun 2008. Seiring dengan berjalannya waktu, Trans Jogja yang berada di bawah naungan PT. Jogja Tugu Trans selalu melakukan perbaikan baik dari segi sistem maupun kelengkapan fasilitas yang ada di dalamnya demi meningkatkan pelayanan, baik dari segi keamanan, kenyamanan serta keselamatan bagi para penggunanya. Salah satu perbaikan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah pemasangan tachometer pada beberapa armada Trans Jogja.

Tachometer adalah sebuah instrumen yang mampu mengukur kecepatan putaran dari sebuah objek. Tachometer yang dipasang pada sebuah mobil atau kendaraan lainnya akan menunjukkan perputaran atau *rotation per minute* (RPM) yang secara tidak langsung dapat menunjukkan indikasi keselamatan dari perputaran mesin. Instrumen ini akan memberikan peringatan kepada pengemudi apabila tingkat putaran mesin telah mencapai tahap maksimum.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Dari analisis yang dilakukan, dapat diketahui bagaimana perilaku berkendara dari pengemudi Trans Jogja yang ditinjau, apakah ada perilaku berkendara yang perlu diperbaiki atau tidak, serta besarnya kecepatan rata-rata dari armada Trans Jogja yang ditinjau,
2. Dari analisis yang dilakukan, dapat diketahui perilaku berkendara seperti apa yang harus diperbaiki oleh pengemudi untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan dari para pengguna armada Trans Jogja.

## **LANDASAN TEORI**

### **Keselamatan Dan Kecelakaan Lalu Lintas**

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yang dimaksud dengan keselamatan lalu lintas dan angkutan jalan adalah suatu keadaan terhindarnya setiap orang dari resiko kecelakaan selama berlalu lintas yang disebabkan oleh manusia, kendaraan, jalan, serta lingkungan.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, mengungkapkan kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda.

Unsur-unsur dalam sistem transportasi meliputi pemakai jalan, kendaraan, jalan, dan lingkungan (Oglesby dan Hicks, 1982). Dapat disimpulkan bahwa kecelakaan dapat disebabkan oleh berbagai faktor di bawah ini:

1. Manusia atau pemakai jalan  
Beberapa sifat pengemudi yang sangat berpengaruh dalam mengendalikan kendaraannya antara lain adalah pribadinya, latihan, dan sikap (Oglesby dan Hicks, 1982). Sedangkan menurut Ogden dan Taylor (1999), terdapat tiga elemen utama penyebab kecelakaan yakni manusia, kendaraan, dan jalan. Dari ketiga faktor tersebut, faktor manusia atau pengemudi merupakan salah satu faktor yang paling menentukan.
2. Kendaraan  
Munawar (2004) menyatakan bahwa kecelakaan dapat terjadi karena perlengkapan kendaraan yang kurang baik, kondisi penerangan kendaraan, mesin kendaraan, pengaman kendaraan, dan lain-lain.
3. Jalan dan lingkungan  
Munawar (2004) juga menjelaskan bahwa beberapa hal dan bagian jalan yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan diantaranya kerusakan permukaan jalan, konstruksi jalan yang rusak, dan geometri jalan yang kurang sempurna. Selain itu, kondisi tata guna lahan, cuaca dan angin, serta pengaturan lalu lintas adalah beberapa komponen dari lingkungan yang berpengaruh terhadap kecelakaan.

#### **Perilaku Berkendara Pengemudi**

Haque dan Uddin (2003) dalam Sunarko (2004) menyatakan dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa perilaku pengemudi dipengaruhi oleh:

1. Demografi dan kondisi personal, yang terdiri dari tingkat pendidikan, rata-rata pendapatan, jumlah keluarga, kondisi ekonomi;
2. Pelatihan, pengalaman, dan kepemilikan SIM;
3. Tingkat pemahaman terhadap kondisi jalan dan rambu-rambu serta jarak kendaraan terhadap kecepatan;
4. Sikap dan kondisi kendaraan;
5. Waktu dan kondisi mengemudi;

Menurut Widorisnomo (2002) diketahui bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap disiplin berlalulintas pengemudi angkutan bus kota adalah:

1. Ketersediaan maupun lokasi halte, rambu rambu lalu lintas, marka jalan dan alat pemberi isyarat lalu lintas sebesar 31,5%;
2. Sistem pengendalian operasional bus kota sebesar 18%;
3. Pemahaman dan sikap pengemudi bus kota terhadap peraturan lalu lintas dan angkutan jalan sebesar 12%;
4. Kesejahteraan pengemudi bus kota sebesar 13,5%;
5. Perilaku penumpang dan pengguna jalan lainnya yang melanggar lalu lintas dan angkutan jalan sebesar 12%;
6. Penegakan hukum terhadap pengemudi bus kota yang melanggar peraturan lalu lintas dan angkutan jalan sebesar 10,5%.

Pengamatan yang dilakukan Widorisnomo (2002) juga menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi penilaian kedisiplinan pengemudi angkutan bus kota terdiri dari:

1. Faktor internal yang meliputi pemahaman dan sikap pengemudi bus kota terhadap peraturan lalulintas dan angkutan jalan.

2. Faktor eksternal yang merupakan aspek teknis, meliputi ketersediaan maupun lokasi halte, rambu lalu lintas, marka jalan, dan alat pemberi isyarat lalu lintas serta sistem pengendalian operasional bus kota.
3. Faktor eksternal yang merupakan sosial ekonomi meliputi kesejahteraan pengemudi dan pengaruh penumpang dan pengguna jalan lainnya yang melanggar peraturan lalu lintas dan angkutan jalan.
4. Faktor eksternal yang merupakan aspek yuridis meliputi penegakan hukum terhadap pengemudi bus kota yang melanggar peraturan.

### Tachometer Tipe DDD-100

Tachometer yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Tachometer Denso Tipe DDD-100. Dengan tachometer kita dapat mengetahui putaran *engine* dan menjaga agar tidak melampaui putaran yang diizinkan (*redline*). Jika putaran *engine* maksimal terlampaui maka akan menyebabkan keausan yang lebih cepat pada komponen-komponen *engine*, bahkan dapat menyebabkan *engine* macet (*engine jam*). Manfaat dari penggunaan alat ini antara lain adalah:

1. *Environment* : Mengurangi pembuangan gas CO<sub>2</sub> di udara
2. *Safety* : Mengurangi kecelakaan lalu lintas
3. *Economy* : Menghemat bahan bakar

Menurut *Denso Driving Partner Fleet Management System* (Denso Corporation, 2013), dua indikator yang dipantau oleh alat ini adalah *safe driving* dan *eco driving*. Tiap-tiap indikator tersebut terdiri dari beberapa aspek, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1** Diagnostic Item of Safe Driving

Diagnostic Item of Safe Driving	
Item	Contents
Speed	Checking a speed
Sudden Operation	Warning and motion recording in the case of sudden acceleration, sudden brake and high speed turn
Continuous Driving	Warning in the case of continuous driving

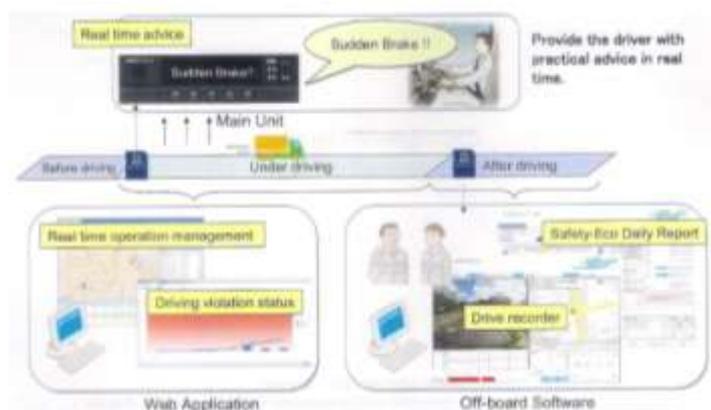
**Tabel 2** Diagnostic Item of Eco Driving

Diagnostic Item of Eco Driving	
Item	Contents
Start	Checking operation during starts
Cruising	Checking operation during cruising
Braking	Checking operation during braking
Idling	Warning in the case of long time idling
Engine RPM	Checking for Engine RPM



**Gambar 1** Tachometer di Dalam Trans Jogja dan Indikator di Dalamnya

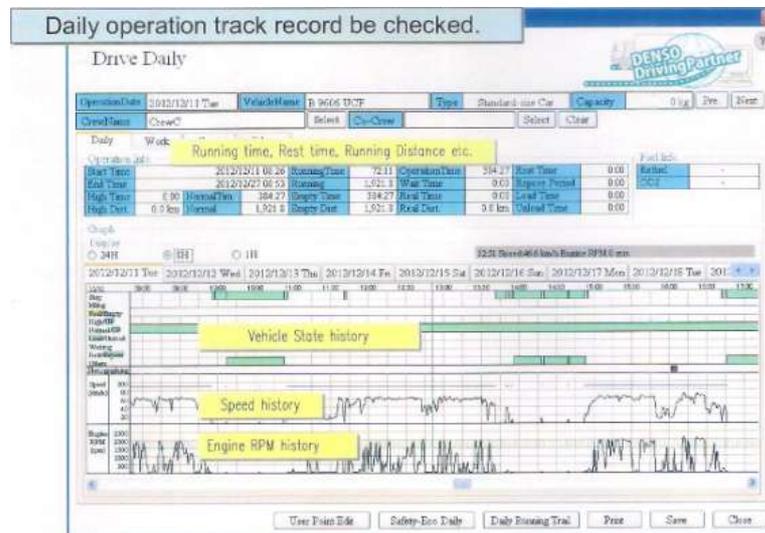
Hingga saat ini ada dua armada Trans Jogja yang telah dipasang alat tachometer, yaitu armada nomor 22 dan armada nomor 41. Alat ini akan merekam setiap manuver yang dilakukan oleh pengemudi, seperti pada saat melakukan perubahan kecepatan, pengereman, berbelok, dan sebagainya. Alat ini juga akan memberikan *warning* atau peringatan kepada pengemudi jika terjadi pelanggaran selama berlalu lintas di jalan, seperti jika pengemudi melakukan pengereman mendadak, melewati batas kecepatan maksimal yang telah ditentukan, berbelok terlalu tajam (tidak mengurangi kecepatan saat berbelok), dll. Peringatan ini diberikan melalui tulisan yang akan muncul di alat tersebut dan suara (*advice*) yang akan terdengar pada saat terjadi pelanggaran. *Advice* berupa suara ini juga akan terdengar pada saat pengemudi telah berkendara dengan baik, jadi *advice* berupa suara ini tidak hanya berfungsi sebagai sebuah bentuk pelanggaran, tetapi juga berfungsi sebagai bentuk pujian bagi pengemudi karena telah mengemudi dengan baik. Perangkat alat ini terdiri dari 1 buah unit yang dipasang di dalam kendaraan, 1 buah antenna GPS, 1 buah slot memory SD Card untuk menyimpan data hasil rekaman, 1 buah PC atau laptop dengan software DENSO *Driving Partner* untuk melakukan pemantauan kinerja alat secara *off-board software*, dan 2 buah kamera. Satu kamera menghadap ke jalan untuk merekam setiap kejadian yang terjadi di depan kendaraan dan 1 kamera menghadap ke pengemudi untuk merekam setiap aktivitas pengemudi selama mengoperasikan kendaraan.



**Gambar 2** Cara Kerja Alat Tachometer

Pemantauan terhadap alat ini dapat dilakukan dengan dua cara, seperti yang ada pada gambar di atas yaitu melalui *web application* atau melalui *off-board software*. Pemantauan melalui *web application* dapat dilakukan salah satunya untuk mengetahui lokasi kendaraan

pada saat dioperasikan. Sedangkan pemantauan melalui *off-board software* (dalam hal ini menggunakan software *Denso Driving Partner*) dapat dilakukan untuk mengetahui fluktuasi kecepatan dari kendaraan, putaran mesin (RPM), waktu tempuh kendaraan, jarak tempuh, dan lain-lain.



Gambar 3 Output Data Hasil Rekaman Tachometer

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan analisis dari pengambilan data primer yang berupa pembacaan grafik kecepatan sebagai hasil rekaman data tachometer dan data sekunder didapatkan dari PT. Denso Sales Indonesia sebagai distributor dari tachometer tipe DDD-100.

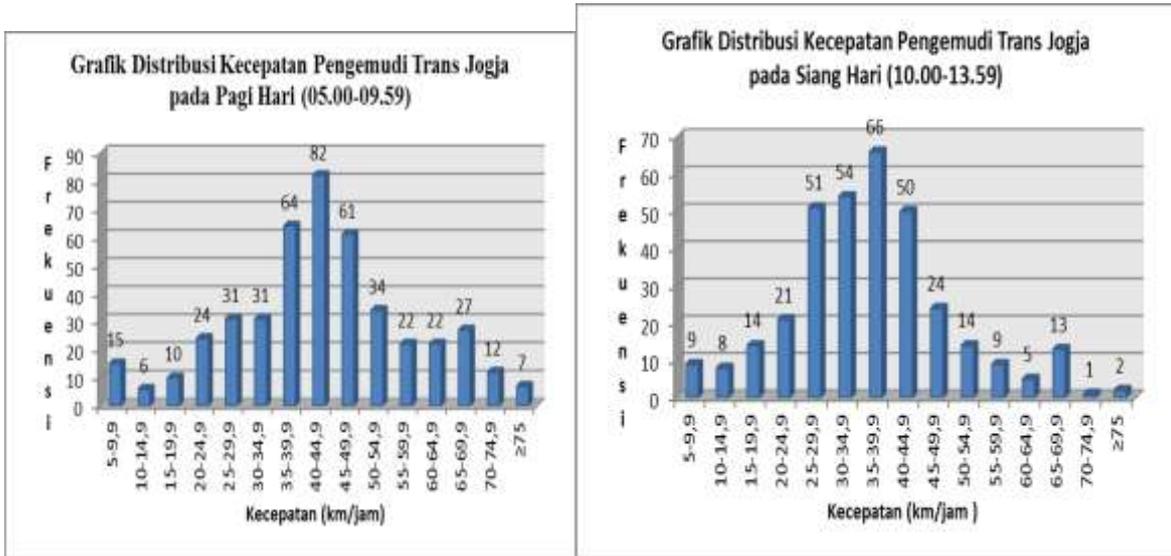
Tachometer dapat berfungsi secara maksimal apabila semua sensor yang dibutuhkan dapat tersambung dengan baik ke dalam kendaraan yang ditinjau. Beberapa sensor tersebut meliputi sensor kecepatan, putaran mesin (RPM), pengereman, sensor ke kamera yang akan tersambung ke sistem GPS dan sebagainya. Akan tetapi dalam kasus Trans Jogja ini, ada beberapa sensor yang tidak terkoneksi dengan baik ke tachometer sehingga hasil yang diharapkan menjadi tidak maksimal. Dari semua sensor yang ada, hanya sensor yang tersambung ke *speedometer* yang masih terkoneksi dengan baik, sehingga hasil rekaman yang bisa dibaca hanya meliputi data fluktuasi kecepatan dari armada Trans Jogja tersebut.

## PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

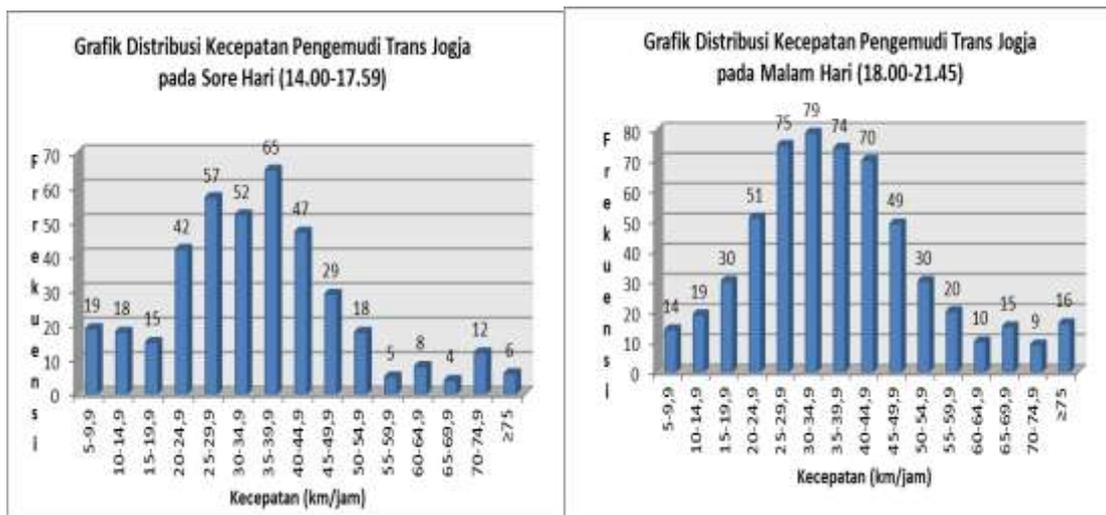
### DISTRIBUSI KECEPATAN

Dalam penelitian ini, analisis data distribusi kecepatan dilakukan menggunakan metode statistik untuk mengetahui persebaran kecepatan dari pengemudi yang ditinjau (Salter, 1974). Dari data kecepatan yang didapat, akan dibagi menjadi beberapa kelas interval untuk mempermudah pengolahan data. Analisis distribusi kecepatan ini dibagi menjadi 4 satuan waktu, yaitu distribusi kecepatan pada pagi hari yaitu pada rentang pukul 05.00-09.59; siang hari yaitu pada pukul 10.00-13.59; sore hari yaitu pada pukul 14.00-17.59;

dan malam hari yaitu pada pukul 18.00-21.45. Dari analisis yang dilakukan, diperoleh persebaran distribusi kecepatan sebagai berikut:



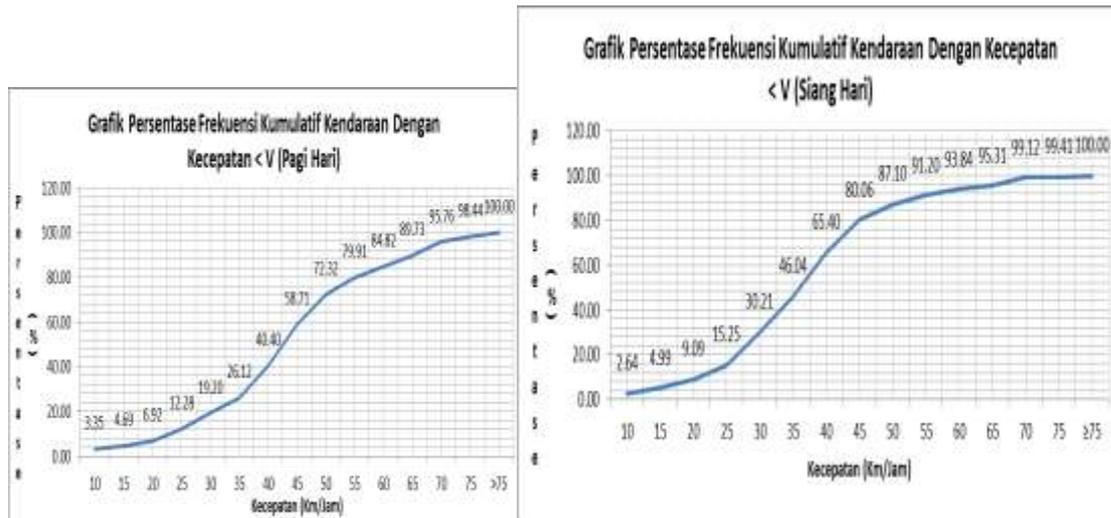
**Gambar 4** Grafik Distribusi Kecepatan Pengemudi Trans Jogja Pada Pagi dan Siang Hari



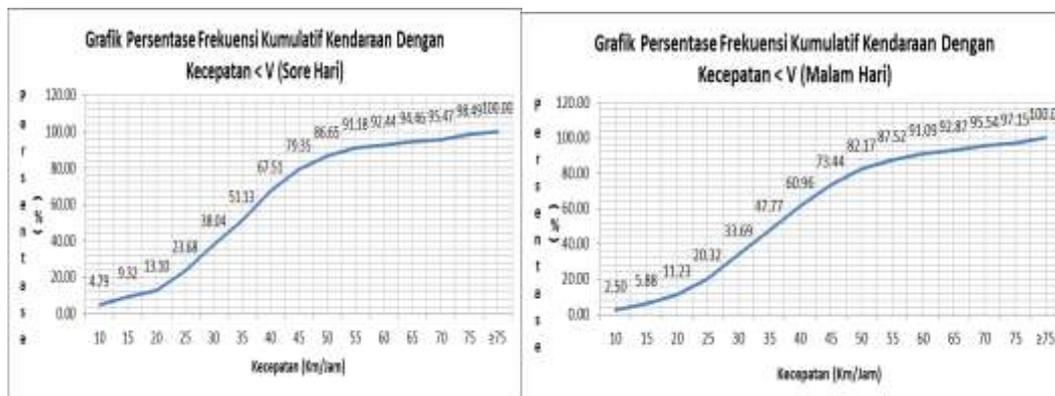
**Gambar 5** Grafik Distribusi Kecepatan Pengemudi Trans Jogja Pada Sore dan Malam Hari

Dari grafik diatas dapat ditarik kesimpulan, pada pagi hari frekuensi tertinggi kendaraan melaju pada rentang kecepatan 40-44,9 km/jam; siang dan sore hari pada kecepatan 35-39,9 km/jam dan malam hari pada kecepatan 30-34,9 km/jam.

Untuk besarnya persentase frekuensi kumulatif kendaraan yang bergerak dengan kecepatan < V (km/jam) dapat dilihat pada grafik dibawah ini. Penyajian hasil analisis data ini juga dibagi menjadi 4 satuan waktu, yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari.



**Gambar 6** Grafik Persentase Frekuensi Kumulatif Kendaraan dengan Kecepatan < V Pada Pagi dan Siang Hari



**Gambar 7** Grafik Persentase Frekuensi Kumulatif Kendaraan dengan Kecepatan < V Pada Sore dan Malam Hari

### KECEPATAN RATA-RATA (*MEAN SPEED*) DAN PELANGGARAN YANG DILAKUKAN

Dari analisis statistik yang dilakukan dengan metoda *chi square*, diketahui bahwa data yang diperoleh tidak berdistribusi normal. Dari analisis tersebut, dilakukan perhitungan kecepatan rata-rata yang dibagi menjadi 4 satuan waktu. Selain itu dilakukan perhitungan jumlah pelanggaran yang dilakukan oleh pengemudi, dimana pengemudi melewati batas kecepatan maksimal kendaraan dalam kota yang telah ditetapkan yaitu sebesar 50 km/jam (menurut Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan) dan perhitungan detail distribusi kecepatan pada persentil 50%, 85%, dan 95%. Rekapitulasi hasil analisis dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

**Tabel 3** Rekapitulasi Hasil Analisis Data

Waktu	Pagi	Siang	Sore	Malam
<i>Mean Speed</i> (km/jam)	42,86	36,5	35,2	37,39
Pelanggaran	123 dari 448 sampel	43 dari 341 sampel	52 dari 397 sampel	98 dari 561 sampel
Persentase Pelanggaran	27,45	12,6	13,1	17,46

(%)				
V <sub>50%</sub> (km/jam)	42,62	36,02	34,56	35,85
V <sub>85%</sub> (km/jam)	60,18	48,51	48,87	52,65
V <sub>95%</sub> (km/jam)	69,37	68,95	67,67	68,98

## KESIMPULAN

1. Pelanggaran batas kecepatan maksimal pengemudi Trans Jogja adalah sebesar 27,45% pada pagi hari; 12,6% pada siang hari; 13,1% pada sore hari; dan 17,46% pada malam hari.
2. Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa angka pelanggaran tertinggi terjadi pada pagi hari (05.00-09.59, terutama pada saat masih sepi, pukul 05.00 – 06.00) dan malam hari (18.00-21.45, terutama pada saat sudah sepi, pukul 21.00 – 21.45) sehingga memicu pengemudi untuk berkendara dengan cepat dan melakukan pelanggaran batas kecepatan maksimal.
3. Kecepatan rata-rata armada Trans Jogja terbilang cukup tinggi, yaitu sekitar 35-40 km/jam. Hal ini mengindikasikan tingkat kemacetan di Yogyakarta yang belum begitu tinggi.
4. Alat Tachometer dapat digunakan sebagai kontrol perilaku berkendara pengemudi Trans Jogja.

## SARAN

Kondisi armada Trans Jogja perlu diperbaiki agar sensor-sensor yang terhubung dengan tachometer dapat terkoneksi dengan baik sehingga tachometer dapat berfungsi secara maksimal. Hal ini diharapkan dapat mengontrol perilaku berkendara pengemudi Trans Jogja. Peningkatan perilaku yang semakin baik dari pengemudi angkutan bus kota Yogyakarta, khususnya Trans Jogja diharapkan dapat memberikan pengaruh dalam berlalulintas sekaligus dapat meningkatkan kinerja jaringan jalan yang tidak mengganggu pengguna jalan lainnya serta dapat menurunkan angka kecelakaan yang banyak terjadi pada angkutan umum.

## DAFTAR PUSTAKA

- . 2013. Denso Driving Partner Fleet Management System. Denso Corporation.
- . 2014. Experiment Report: Effect of Smart Tachograph Operation In Indonesia. Denso Corporation.
- . 2009. Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan No.22/2009. Kementerian Hukum dan Hak Azasi Manusia, Jakarta.
- Munawar, Ahmad. 2004. Dasar-Dasar Teknik Transportasi. Yogyakarta: Beta Offset.
- Oglesby, C. H. and Hicks, R. G. 1982. Editor: Yani Sianipar. 1993. Judul asli: Highway Engineering. Judul Terjemahan: Teknik Jalan Raya. Jakarta: Erlangga.
- Salter, R. J. 1974. Highway Traffic Analysis and Design. London and Basingstoke: The Macmillan Press LTD.

- Sunarko. 2004. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Perilaku pengemudi Angkutan Bus Kota di Yogyakarta. Program Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widorismono. 2002. Penentuan Prioritas Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Disiplin Berlalu lintas Pengemudi Bus Kota di Kampus UGM. Program Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

# ANALISIS PENGARUH WAKTU TERBANG (*PHASES OF TIME*) TERHADAP BEBAN KERJA MENTAL PILOT PESAWAT TERBANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SUBJECTIVE WORKLOAD ASSESSMENT TECHNIQUE* (SWAT)

Abadi Dwi Saputra, SSiT., M.Sc.  
Mahasiswa S3  
Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, Indonesia  
[abadi.dwi.saputra@gmail.com](mailto:abadi.dwi.saputra@gmail.com)

Prof. Ir. Sigit Priyanto, M.Sc., PhD  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan  
Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, Indonesia  
[spriyanto2007@yahoo.co.id](mailto:spriyanto2007@yahoo.co.id)

DR. Eng. Imam Muthohar, ST., MT  
Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan  
Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, Indonesia  
[imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

DR. Magda Bhinnety Etsem, M.Si. Psi  
Fakultas Psikologi  
Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, Indonesia  
[bhinnety@ugm.ac.id](mailto:bhinnety@ugm.ac.id)

## ABSTRACT

The difference of flying time condition can affect a pilot's psychological condition. Regardless of the factors which the human body has a habit of working time and rest so that will affect the physical condition, and ultimately also affect the psychological condition and vice versa. The study was conducted to determine whether such a difference in mental workload on the pilot to fly a different phases of time in operating the aircraft. Mental workload measurements performed using the Subjective Workload Assessment Technique method (SWAT), this method using combine of three dimensions with their levels. The dimensions are time load, mental effort load, and psychological stress load. The results of studies shows that the condition of mental workload experienced by pilots refers to phases of time is in general (on average) in the high category (overload). While the overall showed that more pilots emphasize time factor in considering the factors of mental workload. The most burdensome conditions of a flight when the pilot was conducted in the morning (06.am - 11:59 am)), on weekends and during peak seasons.

**Keyword :** *Mental Workload, Pilot, SWAT*

## ABSTRAK

Kondisi waktu terbang yang berbeda-beda diperkirakan dapat mempengaruhi kondisi psikis seorang pilot. Terlepas dari faktor kebiasaan dimana tubuh manusia memiliki waktu kerja dan istirahat sehingga akan berpengaruh terhadap kondisi fisik, dan pada akhirnya berpengaruh juga terhadap kondisi psikisnya maupun sebaliknya. Penelitian dilakukan untuk mengetahui seperti apakah perbedaan beban kerja mental seorang pilot pada waktu terbang (*phases of time*) yang berbeda-beda dalam mengoperasikan pesawat terbang. Pengukuran beban kerja mental dilakukan menggunakan metode *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT), metode ini menggunakan tiga kombinasi dari tiga dimensi dengan tingkatannya. Dimensi tersebut adalah beban waktu (*time*), beban usaha mental (*effort*), dan beban tekanan psikologis (*stress*). Hasil penelitian menunjukkan kondisi beban kerja mental yang dialami pilot berdasarkan waktu terbang (*phases of time*) adalah secara umum (rata-rata) termasuk dalam kategori tinggi (*overload*). Sedangkan secara keseluruhan menunjukkan bahwa pilot lebih mengutamakan faktor waktu (*time*) dalam mempertimbangkan faktor beban kerja. Kondisi yang paling membebani seorang pilot adalah saat penerbangan dilakukan pada pagi hari (*morning* 06.am – 11.59 am)), di saat hari libur atau *weekend* dan pada saat *peak season*.

**Kata kunci :** *Beban Kerja Mental, Pilot, SWAT*

## PENDAHULUAN

Kegiatan penerbangan, baik dengan mengoperasikan pesawat terbang sipil maupun pesawat terbang negara dapat menimbulkan resiko yang tidak diinginkan. Berbagai resiko

akibat kegiatan penerbangan baik itu berupa gangguan suara (*sonic boom*), tabrakan pesawat, kecelakaan pesawat yang semuanya dapat menimbulkan kerugian baik terhadap manusia maupun benda di darat. Oleh karena itu terjadinya suatu kecelakaan penerbangan seringkali menjadi sorotan publik meskipun probabilitas terjadinya kecelakaan persejuta penerbangan sangat kecil bila dibandingkan dengan moda transportasi lainnya. Dalam angka kematian perjalanan per-juta kilometer (*death per million kilometer*) moda angkutan udara mendapat indeks (0,05) bermakna setiap perjalanan sejauh sepuluh juta kilometer terdapat lima orang meninggal, dibandingkan dengan indeks bus (0,4), kereta api (0,6), kapal (2,6), pejalan kaki (54,2) dan sepeda motor (108,9) (Poerwoko, 2011).

Dalam dunia penerbangan dikenal 3 macam pengertian kecelakaan pesawat terbang yakni kecelakaan (*accident*), kejadian serius (*serious incident*) dan kejadian/insiden (*incident*). *Accident* adalah suatu peristiwa yang terjadi diluar dugaan manusia yang berhubungan dengan pengoperasian pesawat yang berlangsung sejak penumpang naik pesawat (*boarding*) dengan maksud melakukan penerbangan sampai waktu semua penumpang turun dari pesawat (*debarkasi*), dimana dalam peristiwa tersebut mengakibatkan orang meninggal dunia atau luka parah baik secara langsung maupun tidak langsung atau pesawat mengalami kerusakan-kerusakan struktural yang berat dan pesawat memerlukan perbaikan yang besar atau pesawat hilang sama sekali. Sementara itu *serious incident* adalah suatu "*incident*" yang menyangkut keadaan dan yang mengindikasikan bahwa suatu "*accident*" nyaris terjadi. Perbedaan antara suatu "*accident*" dengan suatu "*serious incident*" hanya terletak pada akibatnya. Sedangkan *incident* adalah peristiwa yang terjadi selama penerbangan berlangsung yang berhubungan dengan operasi pesawat yang dapat membahayakan terhadap keselamatan penerbangan (ICAO-Annex 13, 2001).

Pada umumnya suatu kecelakaan pesawat terbang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, dalam *Safety Management Manual* (SMM) yang diterbitkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO) (ICAO, 2009). membagi faktor penyebab kecelakaan pesawat terbang dalam 4 (empat) kelompok yaitu:

1. Faktor *software* yaitu : kebijakan, prosedur dan lain-lain

Faktor *hardware* yaitu : prasarana dan sarana

Faktor *environment* yaitu : lingkungan dan cuaca

Faktor *liveware* yaitu : manusia

Dari keempat faktor tersebut oleh FAA (*Federal Aviation Administrations*) disimpulkan ada 3 (tiga) faktor penyebab utama kecelakaan pesawat terbang yaitu faktor cuaca (*weather*), faktor pesawat yang digunakan (*technical*) dan faktor manusia (*human factor*).

Faktor manusia (*human factor*) menjadi penting untuk dikaji, karena dari berbagai laporan resmi penyelidikan tentang sebab-sebab kecelakaan dapat digambarkan bahwa angka kecelakaan penerbangan yang disebabkan kesalahan manusia relatif tetap besar, hal ini tidak dapat dipungkiri karena selama operasi penerbangan melibatkan manusia maka faktor ini tidak akan terlepas dari kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Setiap aktifitas atau pekerjaan akan memberikan beban kerja yang berupa beban kerja fisik maupun beban kerja psikis. Pada jenis aktifitas atau pekerjaan dengan tingkat stres yang tinggi dan membutuhkan banyak konsentrasi dan perhatian dalam hal ini pengoperasian pesawat terbang, maka beban kerja psikislah yang paling dominan dan hal inilah yang harus jadi perhatian.

Selain itu kondisi waktu kerja yang berbeda-beda juga diperkirakan dapat mempengaruhi kondisi psikis seorang pilot. Terlepas dari faktor kebiasaan dimana tubuh manusia memiliki waktu kerja dan istirahat sehingga akan berpengaruh terhadap

kondisi fisik, dan pada akhirnya berpengaruh juga terhadap kondisi psikisnya maupun sebaliknya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seperti apakah perbedaan beban kerja mental seorang pilot pada waktu terbang (*phases of time*) yang berbeda-beda dalam mengoperasikan pesawat terbang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan suatu pengukuran untuk mengetahui besar beban kerja mental yang dialami oleh pilot jika dihadapkan pada kondisi waktu terbang (*phases of time*) yang berbeda-beda.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Beban Kerja Mental (*Mental Workload*)**

Beban kerja yang dialami seorang pekerja dapat berupa beban fisik, beban mental serta beban psikologi yang timbul dari lingkungan kerja. Beban kerja dirancang sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan baik fisik maupun mental pekerja.

Sementara itu pengertian dari beban kerja mental adalah sebuah kondisi yang dialami oleh pekerja dalam pelaksanaan tugasnya dimana hanya terdapat sumber daya mental dalam kondisi yang terbatas (Wignjoesobroto, 2003).

Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan dengan dua cara yaitu yaitu *subjective measure* dan *objective measure*. Kedua jenis pengukuran ini masing-masing mempunyai keunggulan tersendiri untuk mengevaluasi beban kerja mental. *Subjective measure* adalah metode pengukuran beban kerja berdasarkan pendapat *subjective* dari responden yang diteliti beban kerjanya. *Subjective measure* merupakan teknik pengukuran yang paling banyak digunakan karena mempunyai tingkat validitas yang tinggi dan bersifat langsung dibandingkan dengan pengukuran lain. *Subjective measure* memiliki tujuan untuk menentukan pengukuran terbaik berdasarkan perhitungan eksperimental, menentukan perbedaan skala untuk jenis pekerjaan dan mengidentifikasi faktor beban kerja yang berhubungan secara langsung dengan beban kerja mental (Pheasant, 1991). Sementara itu *Objective measure* adalah metode pengukuran beban kerja berdasarkan pengukuran alat ukur tertentu bukan berdasarkan pendapat subjektif responden. Dapat dilakukan dengan pengukuran beberapa anggota tubuh antara lain denyut jantung, kedipan mata dan ketegangan otot.

Salah satu metode pengukuran beban kerja mental secara subjektif adalah dengan menggunakan SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*).

SWAT dikembangkan karena munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang dapat digunakan dalam lingkungan yang sebenarnya. Selain itu SWAT merupakan salah satu cara penganalisaan beban kerja dengan metoda subjektif yang unik, dimana menurut metoda ini beban kerja manusia dipengaruhi oleh tiga dimensi tingkah laku, yaitu *Time Load* (T), *Mental Effort Load* (E) dan *Stress Load* (S). Metoda SWAT ini dikembangkan oleh Reid dan Nygren pada Armstrong Medical Research Laboratory dengan dasar metode penskalaan konjoin. SWAT dibuat sedemikian rupa sehingga tanggapan hanya diberikan melalui tiga deskriptor pada masing-masing dimensi. Pendekatan ini mengurangi tingkat kesulitan dari jumlah waktu yang dibutuhkan mengingat jumlah dan kompleksitas deskriptor yang diberikan oleh subjek pada waktu pengujian.

Tiga dimensi yang digunakan dalam SWAT didefinisikan masing-masing oleh tiga deskriptor untuk menunjukkan beban kerja dari tiap dimensi. Dimensi ini dikembangkan

berdasarkan teori yang diajukan oleh Sheridan dan Simpson (1979) dalam mendefinisikan beban kerja pilot. Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa SWAT ini dapat digunakan secara luas, tidak hanya pada ruang lingkup pilot saja (Reid, 1989).

### **Beban Waktu (*Time Load*)**

Dimensi beban waktu tergantung dari ketersediaan waktu dan kemampuan melangkahi dalam suatu aktifitas. Hal ini berkaitan erat dengan analisis batas waktu yang merupakan metode primer untuk mengetahui apakah subjek dapat menyelesaikan tugasnya dalam rentang waktu yang telah diberikan.

Tingkatan deskriptor beban waktu dalam SWAT adalah (Reid, 1989):

1. Selalu mempunyai waktu lebih. Interupsi atau overlap diantara aktivitas tidak terjadi atau jarang terjadi.

Kadang-kadang mempunyai waktu lebih. Interupsi atau *overlap* diantara aktivitas sering terjadi.

Tidak mempunyai waktu lebih. Interupsi atau *overlap* diantara aktivitas sering terjadi atau selalu terjadi.

### **Beban Usaha Mental (*Mental Effort Load*)**

Beban usaha mental merupakan indikator besarnya kebutuhan mental dan perhatian yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktivitas, independen terhadap jumlah sub pekerjaan atau batasan waktu. Dengan beban usaha mental rendah, konsentrasi dan perhatian yang dibutuhkan untuk melakukan suatu aktivitas rendah dan performansi cenderung otomatis. Sejalan dengan meningkatnya beban ini, konsentrasi dan perhatian yang dibutuhkan meningkat pula. Secara umum ini berkaitan dengan tingkat kerumitan pekerjaan dan jumlah informasi yang harus diproses oleh subjek untuk melaksanakan pekerjaannya dengan baik. Usaha mental yang tinggi membutuhkan keseluruhan konsentrasi dan perhatian sesuai dengan kerumitan pekerjaan atau jumlah informasi yang harus diproses. Aktivitas seperti perhitungan, pembuatan keputusan, mengingat informasi dan penyelesaian masalah merupakan contoh usaha mental. Tingkatan deskriptor beban usaha mental dalam SWAT adalah (Reid, 1989):

- 1) Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sangat kecil. Aktivitas yang dilakukan hampir otomatis dan tidak membutuhkan perhatian.
- 2) Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sedang. Kerumitan aktivitas sedang hingga tinggi sejalan dengan ketidakpastian, ketidak mampu prediksian dan ketidak kenalan. Perhatian tambahan diperlukan.
- 3) Kebutuhan konsentrasi dan usaha mental sadar sangat besar dan diperlukan sekali. Aktivitas yang kompleks dan membutuhkan perhatian total.

### **Beban Tekanan Psikologis (*Psychological Stress Load*)**

Beban tekanan psikologis berkaitan dengan kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya kebingungan, frustrasi dan ketakutan selama melaksanakan pekerjaan dengan demikian menyebabkan penyelesaian pekerjaan tampak lebih sulit dilakukan daripada sebenarnya. Pada tingkat stres rendah, orang cenderung rileks. Seiring dengan meningkatnya stres, terjadi pengacauan konsentrasi terhadap aspek yang relevan dari suatu pekerjaan yang lebih disebabkan oleh faktor individual subjek. Faktor ini antara lain motivasi, kelelahan, ketakutan, tingkat keahlian, suhu, kebisingan, getaran dan kenyamanan. Sebagian besar dari faktor ini mempengaruhi performansi subjek secara langsung jika mereka sampai pada tingkatan yang tinggi. Dalam SWAT faktor-faktor ini diperhitungkan, meskipun kecil, jika

mengganggu dan menyebabkan individu harus mengeluarkan kemampuannya untuk mencegah terpengaruhnya pekerjaan yang dilakukan.

Tingkatan deskriptor beban tekanan psikologis dalam SWAT adalah (Reid, 1989):

- 1) Kebingungan, resiko, frustrasi atau kegelisahan dapat diatasi dengan mudah.
- 2) *Stress* yang muncul dan berkaitan dengan kebingungan, frustrasi dan kegelisahan menambah beban kerja yang dialami. Kompensasi tambahan perlu dilakukan untuk menjaga performansi subjek.
- 3) *Stress* yang tinggi dan intens berkaitan dengan kebingungan, frustrasi dan kegelisahan. Membutuhkan pengendalian diri yang sangat besar.

### **Waktu Terbang (*Phases of Time*)**

Waktu menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1997) adalah “seluruh rangkaian saat ketika proses, perbuatan atau keadaan berada atau berlangsung. Dalam hal ini, skala waktu merupakan interval antara dua buah keadaan/kejadian, atau bisa merupakan lama berlangsungnya suatu kejadian. Skala waktu diukur dengan satuan detik, menit, jam, hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, Minggu), bulan (Januari, Februari, Maret, April, Mei, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, Desember), tahun, windu, dekade (dasawarsa), abad, milenium (alaf) dan seterusnya”.

Satuan waktu utama yang berlaku di seluruh dunia adalah UTC (*Universal Time Coordinated*) yang dipakai sejak 1 Januari 1972. Sebagai waktu utama, UTC membagi waktu dalam hari, jam, menit dan detik. Satu hari sama dengan 24 jam, dan satu jam sama dengan 60 menit serta satu menit sama dengan 60 detik. Dengan menggunakan sistem waktu UTC, dunia penerbangan dapat memastikan semua lokasi pilot berdasarkan patokan waktu yang sama, sehingga menghindari kerancuan ketika terbang antar zona waktu (Handoyo dan Sudiby, 2010).

Dalam dunia penerbangan dikenal siklus arus penumpang, yaitu musim padat penumpang (*peak season*), yang biasa berlangsung selama liburan sekolah (pertengahan tahun-bulan Juni/Juli), liburan akhir tahun (bulan Desember), liburan lebaran atau liburan akhir pekan (*long weekend*). Siklus lain arus penumpang dalam dunia bisnis penerbangan adalah musim sepi penumpang yang biasa berlangsung pada bulan Januari dan bulan Agustus-Nopember. Selain itu juga terdapat puncak jam sibuk lalu lintas udara (*peak traffic hour/golden time*) dalam dunia penerbangan yakni dari pukul 06.00 hingga 21.00 (Handoyo dan Sudiby, 2010).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam sub bab ini akan dibahas mengenai metode pengumpulan data dan metode pengolahan data.

### **Metode Pengumpulan Data**

Survei untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dengan cara menyebarkan kuesioner untuk diisi oleh responden yang sesuai dengan karakteristik populasi dalam hal ini adalah pilot pesawat terbang. Pengisian kuesioner oleh responden dalam hal ini pilot dilakukan pada saat pilot tidak dalam kondisi *on duty* melainkan pada saat *off duty* hal ini dimaksudkan agar dalam menjawab pertanyaan yang diberikan dalam bentuk kuesioner diharapkan dapat terjawab dengan baik.

Kuesioner SWAT yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 2 model, yaitu model untuk pembuatan skala yang berupa *pairwise comparasion procedure* dan penilaian beban kerja yang dialami oleh responden.

1. Kuesioner pembuatan skala

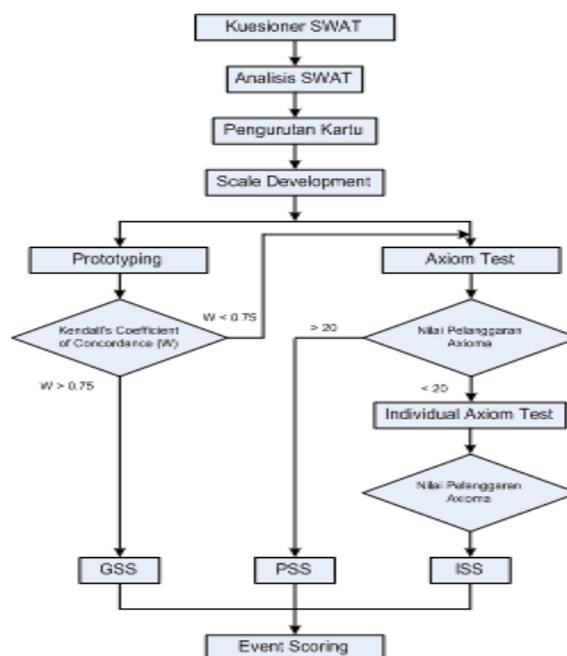
Kuesioner ini berisi *pairwise comparasion procedure* dimana terdapat tiga pasangan perbandingan dimensi-dimensi yang digunakan dalam SWAT, yaitu beban waktu (T), beban usaha mental (E), dan beban tekanan psikologis (S). Hasil dari kuesioner ini adalah berupa penilaian responden terhadap ketiga dimensi tersebut, manakah dari ketiga dimensi tersebut yang dirasakan paling membebani dalam menjalankan pekerjaannya.

Kuesioner pembuatan nilai

Dalam kuesioner ini, responden diminta untuk memberikan nilai terhadap beban kerja (T, E dan S) yang dialaminya.

**Metode Pengolahan Data**

Prosedur penerapan metode SWAT terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan penskalaan (*scale development*) dan tahap penilaian (*event scoring*). Adapun langkah-langkah dalam pemecahan SWAT adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Langkah pemecahan SWAT

**Pembuatan Skala (*scale development*)**

Pada langkah pertama yaitu dilaksanakan pengurutan 27 kartu yang merupakan kombinasi dari ketiga persepsi beban kerja mental dalam SWAT (*Time Load, Mental Effort Load, dan Psychological Stress*). 27 kombinasi tingkatan beban kerja mental diurutkan dengan 27 kartu kombinasi dari urutan beban kerja terendah sampai dengan beban kerja tertinggi berdasarkan persepsi yang dipahami oleh responden. Dalam pengurutan kartu tersebut tidak ada suatu aturan mana yang benar maupun yang salah. Dalam hal ini pengurutan kartu yang benar adalah yang dilakukan menurut intuisi dan preferensi yang diyakini dan dipahami oleh responden.

Pengurutan kartu dilakukan untuk mencapai tiga tujuan. Pertama adalah *prototyping* dan penentuan penggunaan jenis skala pada tiap responden melalui analisa kendal *Coefficient of Concordance*. Kedua adalah *Axiom Test* yang ditujukan untuk menilai validitas model aditif dari data, dan yang ketiga adalah *Scaling Solution* yaitu merupakan proses perhitungan skala yang akan digunakan oleh tiap responden.

#### **Kendall's Coefficient of Concordance Test**

Dalam SWAT terdapat tiga metode untuk menginterpretasikan skala akhir SWAT, *Group Scaling Solution (GSS)*, *Prototyped Scaling Solution (PSS)*, dan *Individual Scaling Solution (ISS)*. Dalam GSS, data dari seluruh responden akan dirata-ratakan, dan algoritma penskalaan konjoin akan menghasilkan skala berdasarkan rata-rata ini dan selanjutnya skala akan digunakan secara bersama-sama oleh seluruh responden. Sementara itu dalam PSS, responden dikelompokkan sesuai hasil prototyping dan tiga kelompok tersebut akan memiliki skala SWAT masing-masing. Sedangkan dalam ISS data responden dianalisa secara terpisah dan skala SWAT diturunkan untuk setiap individu responden. Kriteria pembuatan ketiga skala ini ditentukan dari *Kendall's Coefficient of Concordance*. Jika nilai koefisien  $\geq 0,75$  maka dapat dikatakan bahwa indeks kesepakatan dalam penyusunan kartu diantara responden relatif sama dan homogen. Dengan demikian maka digunakan skala kelompok. Sebaliknya jika nilai koefisien  $< 0,75$  maka akan digunakan PSS, tetapi hal ini masih harus diselidiki lagi melalui *Axiom Test*. Apabila hasil *Axiom Test* menunjukkan banyak pelanggaran pada sifat-sifat model aditif yang menjadi asumsi dasar dari penskalaan SWAT, maka harus digunakan ISS.

#### **Axiom Test**

*Axiom test* dilakukan untuk menguji kesesuaian model aditif dan kekonsistensian terhadap pengurutan kartu. Dalam tes ini akan diuji tiga sifat dasar dari model aditif, yaitu independensi, kegagalan ganda dan independensi gabungan.

Bila pelanggaran terhadap independensi dan independensi gabungan  $< 20$ , maka data pengurutan kartu responden dapat dianggap memenuhi sifat dasar model aditif pada *prototype* yang bersangkutan. Dengan demikian maka data *scale development* dapat ditangani dengan menggunakan metode PSS untuk menghasilkan skala SWAT. Apabila pelanggaran aksioma  $> 20$ , maka harus dilakukan *Individual Axiom Test* untuk menyelidiki apakah data pengurutan kartu responden dianggap memenuhi sifat dasar model aditif. Jika hasil *Individual Axiom Test* ini menunjukkan pelanggaran terhadap independensi dan independensi gabungan  $< 20$ , maka data pengurutan kartu responden dianggap memenuhi sifat dasar model aditif. Data *scale development* dapat ditangani dengan metode ISS untuk menghasilkan skala SWAT. Bilamana hasil *Individual Axiom Test* ini masih menunjukkan pelanggaran aksioma  $> 20$ , maka data responden tersebut sebaiknya didrop dari penelitian.

#### **Scaling Solution**

Scaling solution merupakan proses perhitungan skala yang akan digunakan oleh tiap responden, baik itu Group Scaling Solution (GSS), Prototyped Scaling Solution (PSS), maupun Individual Scaling Solution (ISS).

#### **Tahap Penilaian (event scoring)**

Pada tahap penilaian, sebuah aktifitas atau kejadian akan dinilai dengan menggunakan tingkatan rendah (1), sedang (2) dan tinggi (3) untuk setiap dimensi atau faktor yang ada. Nilai skala yang berkaitan dengan kombinasi tersebut (yang didapat dari tahap penskalaan) kemudian dipakai sebagai nilai beban kerja untuk aktivitas yang bersangkutan, dari

konversi ini akan dapat diketahui apakah aktivitas yang dilakukan responden tersebut tergolong ringan, sedang atau berat (Wignjosoebroto & Zaini, 2007).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Responden

Responden pada penelitian ini adalah pilot pesawat terbang, pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 20 responden (pilot). Data demografi responden dalam hal ini pilot dapat dilihat dalam Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Data Demografi Responden (pilot)

No	Pertanyaan	Pilihan	Jumlah
1	Jenis Kelamin	Pria	19
		Wanita	1
2	Usia	< 30 th	7
		31-40 th	11
		41-50 th	1
		≥ 51 th	1
3	Pendidikan Terakhir	Diploma	14
		Sarjana	6
		Pasca/spesialis	0
4	Masa kerja	< 10 th	12
		10-20 th	7
		> 20 th	1
5	Klasifikasi	PIC	10
		SIC	10
6	Tipe Rating	PPL	0
		CPL	7
		SCPL	3
		ATPL	10
7	Jam Terbang	< 10.000	17
		10.000-20.000	2
		> 20.000	1
8	Tipe Pesawat	Jet	20
		Propeller	0
9	Jenis Pesawat	Boeing	19
		Airbus	1

Karakteristik responden dalam penelitian ini seperti yang tertera pada Tabel 1 diatas mayoritas responden adalah berjenis kelamin pria hal ini dikarenakan jumlah wanita yang berprofesi dalam bidang ini tidaklah sebanyak kaum pria. Sebagian besar responden berusia  $\leq 40$  th (80 %), sama halnya dengan jumlah jam terbang yang dimiliki oleh

responden yang mayoritas masih berada dibawah 10.000 jam terbang, hal ini juga berbanding lurus dengan masa kerja dari responden itu sendiri yang masih dibawah 10 tahun masa kerja.

### Analisis SWAT

Pengumpulan data SWAT dilakukan melalui pemakaian kartu-kartu kombinasi beban kerja mental, yaitu berupa lembaran yang dibuat secara khusus untuk mendukung pelaksanaan pengumpulan data. Setelah itu responden (pilot) diminta untuk mengurutkan kartu-kartu tersebut berdasarkan persepsi dari masing-masing responden tentang tingkatan beban kerja dari yang terendah sampai yang tertinggi. Kartu yang diurutkan berjumlah 27 buah, masing-masing merupakan kombinasi tingkatan dari ketiga dimensi SWAT. Hasil dari aplikasi kuesioner SWAT digunakan sebagai input software SWAT untuk penskalaan (*scale development*) dan penilaian (*event scoring*) yang merupakan langkah penerapan metode SWAT.

Pada penelitian ini faktor waktu terbang (*phases of time*) dibagi menjadi 8 (delapan) kondisi yaitu:

1. Kondisi 1: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada pagi hari (*morning* (6:00 am -11:59 am)).
- Kondisi 2: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan siang hari (*afternoon* (12:00 pm - 17:59 pm)).
- Kondisi 3: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan malam hari (*night* (18:00 pm - 23:59 pm)).
- Kondisi 4: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan dini hari (*early morning* (0:00 am-5:59 am)).
- Kondisi 5: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari kerja (*weekday* (*monday – friday*)).
- Kondisi 6: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari libur (*weekend* (*saturday – sunday*)).
- Kondisi 7: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat periode *Peak Season* (*June/July – December*).
- Kondisi 8: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat periode *non-peak season*.

Berdasarkan pengukuran beban kerja mental dengan metode SWAT, pada tahap *Scale Development* akan didapatkan nilai *Kendall's Coefficient of Concordance* (W). Koefisien kesepakatan Kendall (Kendall W) bisa dicari dengan rumus:

$$W = \frac{12 \sum Ri^2 - 3n^2k(k+1)^2}{n^2k(k^2 - 1)} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- k : jumlah variabel
- n : jumlah responden
- Ri : jumlah rangking setiap variabel untuk semua responden

Jika nilai koefisien  $\geq 0,75$ , maka data yang digunakan adalah data kelompok. Maksudnya, hasil yang diperoleh dari 20 responden penelitian cukup homogen sehingga dapat mewakili beban kerja pilot pesawat terbang.

Koefisien Kendall yang diperoleh tiap-tiap kondisi penerbangan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi 1: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7881

Kondisi 2: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7805

Kondisi 3: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7963

Kondisi 4: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7832

Kondisi 5: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7788

Kondisi 6: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7880

Kondisi 7: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7940

Kondisi 8: didapatkan nilai koefisien Kendall (W) = 0.7852

Dari hasil tersebut diatas, didapat nilai koefisien Kendall tiap-tiap kondisi penerbangan (kondisi 1 s/d 8) lebih besar dari 0.75, sehingga dapat dikatakan bahwa indeks kesepakatan dalam penyusunan kartu diantara responden relatif sama dan homogen. Jika nilai koefisien Kendall lebih kecil dari 0.75 maka data terlalu heterogen dan pengukuran beban kerja mental akan dilakukan perindividu responden (pilot) dimana hasilnya tidak dapat dikatakan mewakili nilai beban kerja mental pilot. Namun meskipun data diolah sebagai kelompok, nilai per individu tetap dapat disajikan.

Nilai *prototype* menunjukkan dimensi yang dominan dirasakan sebagai beban mental oleh responden. Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan software SWAT juga diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi T (*Time*), E (*Effort*), dan S (*Stress*), hasil yang ada menunjukkan bahwa pilot bekerja dengan pembagian persentase adalah sebagai berikut:

1. Kondisi 1: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada pagi hari (*morning* (6:00 am -11:59 am)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 58.65 %

Dimensi *Effort* = 18.01 %

Dimensi *Stress* = 23.34 %

Kondisi 2: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan siang hari (*afternoon* (12:00 pm - 17:59 pm)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 40.00 %

Dimensi *Effort* = 30.35 %

Dimensi *Stress* = 29.65 %

Kondisi 3: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan malam hari (*night* (18:00 pm - 23:59 pm)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 56.05 %

Dimensi *Effort* = 24.26 %

Dimensi *Stress* = 19.69 %

Kondisi 4: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan dini hari (*early morning* (0:00 am-5:59 am)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 53.74 %

Dimensi *Effort* = 20.81 %

Dimensi *Stress* = 25.45 %

Kondisi 5: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari kerja (*weekday* (*monday – friday*)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 51.54 %

Dimensi *Effort* = 21.88 %

Dimensi *Stress* = 26.58 %

Kondisi 6: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari libur (*weekend* (*saturday – sunday*)). Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 56.83 %  
 Dimensi *Effort* = 21.33 %  
 Dimensi *Stress* = 21.83 %

Kondisi 7: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat periode *Peak Season (June/July – December)*. Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 47.30 %  
 Dimensi *Effort* = 25.82 %  
 Dimensi *Stress* = 26.88 %

Kondisi 8: Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat periode *non-peak season*. Diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi adalah:

Dimensi *Time* = 44.30 %  
 Dimensi *Effort* = 29.96 %  
 Dimensi *Stress* = 25.75 %

Dari hasil diatas menunjukkan bahwa pada kondisi 1,4,5,6, dan 7 dimensi yang memberikan kontribusi dalam beban kerja mental pilot berturut-turut dari yang terbesar sampai dengan terkecil adalah dimensi *time* (beban waktu kerja), dimensi *stress* (beban tekanan psikologis) dan dimensi *effort* (beban usaha mental). Hal ini bermakna bahwa semua subyek mempunyai kesepakatan dan menganggap bahwa faktor beban waktu kerja (*time*) merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot. Sedangkan faktor beban tekanan psikologis (*stress*) dianggap cukup penting dan faktor beban usaha mental (*effort*) kurang begitu penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot.

Sementara itu pada kondisi 2, 3, dan 8 dimensi yang memberikan kontribusi dalam beban kerja mental pilot berturut-turut dari yang terbesar sampai dengan terkecil adalah dimensi *time* (beban waktu kerja), dimensi *effort* (beban usaha mental), dan dimensi *stress* (beban tekanan psikologis). Tingkatan kepentingan relatif yang paling tinggi adalah dimensi beban usaha waktu (*time*), maka semua subyek mempunyai kesepakatan dan menganggap bahwa faktor beban waktu kerja (*time*) merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot. Sedangkan faktor beban usaha mental (*effort*) dianggap cukup penting dan faktor beban tekanan psikologis (*stress*) kurang begitu penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot

Setelah skala SWAT diperoleh maka dapat dilakukan *event scoring* untuk mengetahui beban kerja mental, yaitu dengan cara mengkonversikan SWAT *score* dari responden terhadap SWAT *scale*.

Data *event scoring* atau penilaian beban kerja mental pilot jika ditinjau dari faktor waktu terbang (*phases of time*) setelah diolah software SWAT disajikan dalam Tabel 2. Pada kolom rata-rata adalah nilai beban mental pilot.

Tabel 2. Hasil Konversi Skala SWAT

KONDISI PENGOPERASIAN PESAWAT	Skala group total Pilot Ke-																				Rata -rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>1. Hour Period</b>																					
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pagi hari ( <i>Morning (6:00 am - 11:59 am)</i> )	63.2	51.3	54.4	100	100	51.3	51.3	100	100	100	51.3	51.3	51.3	100	51.3	72.4	100	100	100	100	<b>77.5</b>
Kondisi pengoperasian	44.6	44.6	44.6	0	44.6	44.6	25.8	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	25.8	44.6	44.6	<b>40.5</b>

KONDISI PENGOPERASIAN PESAWAT	Skala group total Pilot Ke-																				Rata- rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
pesawat (penerbangan) dilakukan siang hari ( <i>Afternoon</i> (12:00 pm - 17:59 pm))																					
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan malam hari ( <i>Night</i> (18:00 pm - 23:59 pm))	28.5	84.6	100	100	100	43.5	100	100	100	100	28.5	56.5	56.5	28.5	56.5	100	56.5	84.6	100	100	<b>76.2</b>
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan dini hari ( <i>Early morning</i> (0:00 am-5:59 am))	100	77.2	77.2	100	63.6	52.9	32.7	46.3	63.6	77.2	100	46.3	77.2	100	100	66.4	77.2	77.2	66.4	77.2	<b>73.9</b>
<b>2. Week Period</b>																					
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari libur ( <i>Weekend</i> ( <i>Saturday-Sunday</i> ))	48.4	73.3	100	100	100	100	100	100	100	100	48.4	61.2	48.4	87.9	48.4	100	100	100	100	100	<b>85.8</b>
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat hari kerja ( <i>Weekday</i> ( <i>Monday-Friday</i> ))	20.8	52.5	52.5	52.5	20.8	52.5	52.5	52.5	52.5	52.5	20.8	20.8	52.5	20.8	52.5	44.4	52.5	8.1	52.5	52.5	<b>42</b>
<b>3. Month Period</b>																					
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat <i>Peak season</i> ( <i>June/July - December</i> )	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Kondisi pengoperasian pesawat (penerbangan) dilakukan pada saat <i>Non peak season</i>	11.6	24.9	42.7	42.7	24.9	42.7	24.9	42.7	42.7	42.7	11.6	24.9	11.6	11.6	11.6	42.7	29.3	24.9	42.7	11.6	<b>28.3</b>
<b>Skala group rata-rata</b>	<b>52.1</b>	<b>63.6</b>	<b>71.4</b>	<b>74.4</b>	<b>69.2</b>	<b>60.9</b>	<b>60.9</b>	<b>73.3</b>	<b>75.4</b>	<b>77.1</b>	<b>50.7</b>	<b>50.7</b>	<b>55.3</b>	<b>61.7</b>	<b>58.1</b>	<b>71.3</b>	<b>70</b>	<b>65.1</b>	<b>75.8</b>	<b>73.2</b>	<b>65.5</b>

Dari hasil konversi SWAT *rating* terhadap SWAT *scale* maka dapat diketahui beban kerja masing-masing responden. Beban kerja mental yang dialami responden termasuk dalam kategori rendah jika skala SWAT berada pada nilai 0 sampai 40. Sedangkan apabila SWAT *rating*nya berada pada nilai 41 sampai 60, maka beban kerja orang tersebut berada pada level menengah atau sedang, dan apabila nilai SWAT *rating*nya berada di nilai 61 sampai 100, maka dapat dikatakan bahwa beban kerjanya tinggi (*overload*).

Berdasarkan Tabel 2 diatas, beban kerja mental pilot jika dihadapkan pada kondisi waktu terbang (*phases of time*), untuk responden pilot ke- 1, 6, 7, 11, 12, dan 15 dikategorikan dalam beban kerja pada level menengah atau sedang karena nilai beban kerja mentalnya berada pada interval 41-60.

Sementara itu untuk responden pilot ke- 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, dan 20 dikategorikan dalam beban kerja tinggi karena nilai beban kerja mentalnya berada pada interval 61-100. Sedangkan jika dirata-ratakan beban kerja mental pilot dikategorikan dalam kategori beban kerja tinggi (65.5).

Untuk mengetahui kondisi waktu terbang (*phases of time*) mana yang paling terbebani, dapat dilihat dari pada perhitungan rata-rata (*mean*) setiap level dari faktor yang ada. Dari hal tersebut bisa diketahui beban kerja rata-rata dari setiap level. Dan kondisi yang paling terbebani adalah kondisi interaksi dari level tiap faktor dengan rata-rata (*mean*) beban kerja mental (*mental workload*) yang paling besar.

Tabel 3. Kondisi Paling Terbebani

Faktor	Level	Mean Beban Kerja
Hour Period	Morning (6:00 am -11:59 am)	77.5 *
	Afternoon (12:00 pm - 17:59 pm)	40.5
	Night (18:00 pm – 23:59 pm)	76.2
	Early morning (0:00 am-5:59 am)	73.9
Week period	Weekend (Saturday-Sunday)	85.8 *
	Weekday (Monday-Friday)	42
Month Period	Peak season (June/July – December)	100 *
	Non peak season	28.3

Pada Tabel 3, angka yang bertanda bintang (\*) merupakan level dengan beban terberat pada tiap faktor. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi yang paling terbebani oleh faktor-faktor tersebut adalah saat penerbangan dilakukan pada pagi hari (*morning* 06.am – 11.59 am)), di saat hari libur atau *weekend* dan pada saat *peak season*, hal ini dikarenakan dalam dunia penerbangan dikenal siklus arus penumpang, yaitu musim padat penumpang (*peak season*), yang biasa berlangsung selama liburan sekolah (pertengahan tahun-bulan Juni/Juli), liburan akhir tahun (bulan Desember), liburan lebaran atau liburan akhir pekan (*long weekend*). Selain itu juga terdapat puncak jam sibuk lalu lintas udara (*peak traffic hour/golden time*) dalam dunia penerbangan yakni dari pukul 06.00 hingga 21.00, yang hal ini semua dapat mempengaruhi beban kerja mental bagi seorang pilot.

Seperti diketahui bahwa setiap aktifitas atau pekerjaan akan memberikan beban kerja yang berupa beban kerja fisik maupun beban kerja psikis. Beban kerja muncul karena adanya interaksi antara operator (manusia) dan tugas yang diberikan. Dalam melaksanakannya interaksi tersebut seringkali manusia merasakan gangguan sebagai akibat dari faktor pembebanan yang dirasakan. Faktor pembebanan ini dapat berupa fisik maupun psikis. Pada jenis aktifitas atau pekerjaan dengan tingkat stres yang tinggi dan membutuhkan banyak konsentrasi dan perhatian dalam hal ini pengoperasian pesawat terbang, maka beban kerja psikislah yang paling dominan dan hal inilah yang harus jadi perhatian.

Berdasar analisa yang telah dilakukan, diketahui bahwa beban kerja mental keseluruhan pilot dikategorikan dalam kategori beban kerja tinggi (*overload*) jika dihadapkan/dilihat dari waktu terbang (*phases of time*), dimana jika dijabarkan beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) apabila dihadapkan pada kondisi penerbangan dilakukan pada pagi hari (*morning* 06.am – 11.59 am), saat hari libur dan memasuki periode *peak season*.

Seperti diketahui bahwa salah satu penyebab utama kecelakaan pesawat terbang yang disebabkan oleh manusia adalah stres dan kelelahan (*fatigue*). Kelelahan bisa disebabkan oleh sebab fisik ataupun tekanan mental (beban mental), dalam penelitian ini didapati bahwa beban mental pilot tergolong dalam kategori tinggi (*overload*) dan dapat mempengaruhi tingkat kelelahan dari pilot itu sendiri dan jika tidak dikendalikan dapat menjadi sumber terjadinya suatu kecelakaan pesawat terbang.

## KESIMPULAN & SARAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. *Group Scalling Solution* merupakan metode terbaik untuk menghasilkan skala SWAT bagi kelompok responden dalam penelitian ini.

Secara umum (rata-rata), beban kerja mental pilot termasuk dalam kategori tinggi (*overload*) jika dihadapkan pada kondisi waktu terbang (*phases of time*). Sedangkan faktor waktu merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap keadaan beban kerja mental pilot, menunjukkan bahwa responden dalam hal ini pilot lebih mengutamakan faktor waktu (*time*) dalam mempertimbangkan beban kerja.

Kondisi yang paling membebani seorang pilot adalah saat penerbangan dilakukan pada pagi hari (*morning* 06.am – 11.59 am)), di saat hari libur atau *weekend* dan pada saat *peak season*,

Sementara itu hal yang patut disarankan untuk penelitian semacam ini adalah:

1. Dalam penelitian ini sebaiknya menggunakan semacam fasilitas (*flight simulator*) yang mampu mensimulasikan keadaan sebenarnya sehingga diharapkan hasil yang didapat akan mendekati kenyataan.

Dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian pengembangan dengan membandingkan dengan data resmi kecelakaan pesawat terbang yang terjadi di Indonesia.

Perlu dilakukan pengembangan terhadap faktor lain yang dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan pesawat terbang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo, S., & Sudibyo, D., (2010), *Aviopedia Ensiklopedia Umum Penerbangan*, PT. Kompas Media Nusantara, Jakarta.
- ICAO, (2001), *Annex 13 Aircraft Accident and Incident Investigation – Ninth Edition*, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- ICAO, (2009a), *Doc 9859 Safety Management Manual – Second Edition*, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- Pheasant, S., (1991), *Ergonomics work and Health*, London Macmillan press.
- Poerwoko, F.D., (2011), *Zero Accident*, Angkasa, Kompas Gramedia, Jakarta.
- Reid, G.B., (1989), *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT): A user's Guide (U)*, Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Ohio.
- Sheridan, T.B., & Simpson, R.W., (1979), *Toward The Definition and Measurement of The Mental Workload of Transport Pilots (FTL Report R79-4)*, Cambridge, MA: Flight Transportation Laboratory.

Wignjosoebroto, S., (2003), *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, Teknik Guna Widya, Surabaya.

Wignjosoebroto, S., & Zaini, P., (2007), *Studi Aplikasi Ergonomi Kognitif Untuk Beban Kerja Mental Pilot Dalam Pelaksanaan Prosedur Pengendalian Pesawat Dengan Metode "SWAT"*.

\_\_\_\_\_, (1997), *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Balai Pustaka, Jakarta.

# IMPORTANCE-SATISFACTION ANALYSIS OF RAIL SERVICES IN THE UK WITH RESPECT TO TRAVEL TIME USE

**Yosritzal**  
Lecturer  
Department of Civil,  
Faculty of Engineering  
Andalas University  
Kampus Unand Limau Manis  
Padang, 25163  
Telp: (0751) 72496  
[yosritzal@gmail.com](mailto:yosritzal@gmail.com)

**Dilum Dissanayake**  
Lecturer in Transport Modelling  
Transport Operation Research  
Group (TORG)  
Newcastle University  
Newcastle Upon Tyne, NE1 7RU  
[dilum.dissanayake@ncl.ac.uk](mailto:dilum.dissanayake@ncl.ac.uk)

**Margaret Bell**  
Science City Professor of  
Transport and Environment  
Transport Operation Research  
Group (TORG)  
Newcastle University  
Newcastle Upon Tyne, NE1 7RU  
[margaret.bell@ncl.ac.uk](mailto:margaret.bell@ncl.ac.uk)

## Abstract

The availability of information and communication technology such as Wi-Fi and electric socket on-board is expected to change consumer attitude and behaviour toward rail services as time spent travelling could be more productive and enjoyable. However, do the availability of Wi-Fi and electric power socket on-board were more importance than other performance attributes in consumers' perception? This paper presents the result of an importance-satisfaction analysis of several attributes of train services in the UK. The study found that ticket price; reliability and seating guarantee were more importance than other attributes whilst Wi-Fi and electric socket were less importance. The results indicated that travel time use is just a complementary of the main objective of travel, which is to arrive at the destination.

*Keywords: importance-satisfaction analysis, performance, rail services.*

## INTRODUCTION

The advancement in information and communication technology is raising a hope that travel time can be used for more productive and enjoyable activities such as working on computer, browsing internet, accessing social media, and shopping on-line (Lyons and Urry, 2005). Therefore, some train operators facilitated those activities by providing Wi-Fi and electric power socket on-board of their train. Given that most of cellular operators are providing internet access through their cellular data services such as through 3G and 4G broadband, do the Wi-Fi access and electric power socket still needed by their consumers? Moreover, will the money invested by train operators to provide Wi-Fi access and electric power socket on-board give them more benefit and increase their patronage? An Importance-Satisfaction Analysis (ISA) might provide the information to answer the questions.

Importance-Satisfaction Analysis (ISA) is one of the tools that provide information of consumer opinion about the level of importance and their satisfaction of the evaluated attributes. It is importance for train operators to take more attention on the most importance attributes with low satisfaction level rather than investing in a less importance attributes. This paper presents an importance-satisfaction analysis of rail services attributes with respect to availability of information and communication technology making possible to spend travel time more productively and enjoyable.

An overview of the ISA is presented in section 2 followed by methodology framework of this research in section 3. Section 4 presents data description and section 5 presents data analysis and discussion. Finally, conclusion drawn from the analysis is presented in section 6.

## OVERVIEW OF THE IMPORTANCE-SATISFACTION ANALYSIS (ISA)

The Importance-Satisfaction Analysis (ISA) is an extension of The Importance-Performance Analysis (IPA) tool employed to evaluate the priority among several issues, based on the preferences of the consumer. The analysis can be used to establish the degree of impact on consumer satisfaction against the level of importance of an intervention (Martilla and James, 1977; Graf *et al.*, 1992).

The ISA (or IPA) has been previously applied in many research areas such as tourism (Sorensson and Friedrichs, 2013; Coghlan, 2012; Tonge and Moore, 2007; Arabatzis and Grigoroudis, 2010), bank services, industry (Lo *et al.*, 2012; Matzler *et al.*, 2004; Hu *et al.*, 2009), and education (Wang and Tseng, 2011; Lewis, 2004). The method was also applicable in the research of public transport such as in Yahya and Bell (2011) and Freitas (2013). In rail transportation research, Chou *et al.* (2011) employed the ISA to understand passengers' perceptions of the high-speed rail performance in Taiwan and Korea to be able to identify the top-priority quality that needed to be addressed to improve customer satisfaction.

		Mean (or median) satisfaction rating			
		High			
Importance rating	Low	Quadrant IV <i>Concentrate here</i> (High importance/Low satisfaction)	Quadrant I <i>Keep up the good work</i> (High importance/ High satisfaction)	High	Mean (or median) importance rating
	High	Quadrant III <i>Low Priority</i> (Low importance/Low satisfaction)	Quadrant II <i>Possible overkill</i> (Low importance/ High satisfaction)	Low	
		Satisfaction rating			

**Figure 1.** Importance-satisfaction assessment matrix (Graf *et al.*, 1992)

The first step in carrying out ISA is to generate a list of attributes of the services that are relevant to the objective of the study. The second step is to collect data where respondents are asked to rate on the Likert-scale, the degree of the importance and their satisfaction with each of the attributes. According to Martilla and James (1977), a five- or seven-point scale will yield a good spread of ratings. The third step is to calculate the central tendency of the rating for each attribute. Theoretically, median values are more preferable, however, Martilla and James (1977) argue that both the median and mean values can be used because referring to Martilla and Carvey (1975), minor violations of the interval scale assumption are not considered to be serious, especially when the mean and median values are consistently appear reasonably close. The fourth step is to plot the central tendency values on a four quadrants separated by a cross hair line as shown in **Figure 1** as proposed by Graf *et al.* (1992) and Martilla and James (1977).

The graph is two-dimensional where the importance scale represents the vertical axis and the satisfaction scale constitutes the horizontal axis. Attributes residing in the first quadrant

(top right) exhibit those attributes with high importance and high satisfaction as perceived by the consumer. For these attributes, level of service provision or response to consumer issues should continue to be maintained and thus labelled “*keep up the good work*”. Attributes in the second quadrant are those attributes considered to have a lower level of importance and a higher level of satisfaction. These attributes are exceeding expectations and could be considered potentially “*overkill*”.

Yahya and Bell (2011) on a study of Quality Bus Partnership (QBP) reported that there is a possibility that the attributes fall in the overkill quadrant because expectation is met and therefore, customers are satisfied, or that the reason why these attributes are considered of lower importance is because of item high satisfaction. Therefore it follows that a lapse in service quality may result in a shift into either quadrant III or IV. The attributes in the third quadrant are considered of lower importance and lower satisfaction. These attributes are less important and less satisfied and labelled a “*low priority*”. In the last quadrant attributes have a higher level of importance and lower level of satisfaction and labelled as “*concentrate here*”, suggesting that to obtain maximum benefit from expenditure of resources and/or managerial attention, items in this quadrant should be given top priority in any intervention effort. However, Graf *et al.* (1992) notified that the one intervention might positively impact more than one item at any quadrant.

The most commonly used approach in defining the cut-off points to establish the four quadrants found from the previous studies was using the grand means of all attributes such as in Graf *et al.* (1992); Lo *et al.* (2012); Sorensson and Friedrichs (2013). Another study used of the mid-point of the Likert-scale (e.g. three for a five point scale) and the mid-point of the observed data (e.g. four when data spread between three and five) as a cross-hair line such as Lewis (2004). Oh (2001) carried out a critical review on the use of actual means and mid-point of Likert-scale as the cross-hair point in several studies and concluded that the use of the mid-point of the Likert-scale is when attempting to compare the importance to the performance. However, when attempting to conduct a relative interpretation of attributes within importance and performance, the actual means was recommended.

An inconsistency was found in previous studies where Graf *et al.* (1992); Lo *et al.* (2012); Sorensson and Friedrichs (2013); Freitas (2013); Chou *et al.* (2011); Wang and Tseng (2011); Coghlan (2012); Tonge and Moore (2007); and Hu *et al.* (2009) put the importance scale on the vertical axis and the satisfaction on the horizontal axis, whilst Arabatzis and Grigoroudis (2010); Matzler *et al.* (2004); and Yahya and Bell (2011) put the importance scale on the horizontal axis and the performance scale on the vertical axis. However, the different in assigning the scale on the axis did not influence the interpretation of the results.

In this study, the Importance-Satisfaction Analysis was used to investigate respondents' opinions about several variables related to train services in the information and communication era.

## **METHODOLOGY FRAMEWORK**

In order to achieve the objectives of this study, a framework for the methodology was developed. Along with the socio-demographic of respondents' data, their activities whilst travelling and their opinion to the presented statements were also collected during the survey. There were 15 statements related to train services attributes presented in this study. Likert-scale technique was used in accessing respondents' response to each statement. The statements were:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Availability of real-time information (online and at station) | 9. Availability of catering services such as buffet car and/ or trolley |
| 2. Availability of Wi-Fi on train                                | 10. Easily accessible services in the station                           |
| 3. Availability Wi-Fi at station                                 | 11. Easily accessible facilities  |
| 4. Frequency of train services                                   | 12. Easily accessible transport links to and from station               |
| 5. Able to guarantee a seat                                      | 13. A waiting room at station   |
| 6. Electric power socket   | 14. Direct train services   |
| 7. Availability of quiet coach                                   | 15.   |
| 8. Reliability of train services                                 |   |

For each statement, respondents were asked to show their opinion on the level of importance of the attribute for them and their satisfaction to the current condition of attribute. Kolmogorov-Smirnov and Saphiro-Wilk tests were employed to evaluate the response is normally distributed or not. Mean of the responses will be use to represent the data in ISA if the data is normally distributed, otherwise, the median will be used.

In ISA, each attribute was placed in the corresponding coordinate where the axis (X) represented level of importance and the ordinate (Y) represented the level of satisfaction. Based on the position of the point in the coordinate, the attribute can be evaluated in four categories such as very importance and low satisfaction, very importance and high satisfaction, less importance and high satisfaction, and less importance and low satisfaction. For each category, a recommended action is proposed.

## **DATA DESCRIPTION**

Data for this study was collected on-board of East Coast Mainline trains travelling between Newcastle and London. Respondents were approached and asked whether they would participate in the study or not. Those who agreed to participate were given the questionnaire form to complete. As much as 266 usable responses were collected during the survey. The total number of samples on the southbound (Newcastle to London) and the northbound journey (London to Newcastle) were almost equal. About 66% of the data were collected on the weekdays and the rest were collected on the weekend.

In terms of age, 64% of the respondents were in the range of 25-54 years old, 19% under 25, 23% were 55 or over and the rest were preferred not to say. From the gender perspective, 56% were male and 44% female. The figures were compared with the UK population of 49% and 51%, male and female, respectively (Office for National Statistics, 2011). About 78% of them are either employed or self-employed. The data reflected the type of service mainly being for business, which explained the higher proportion of males.

Regarding the activities conducted whilst travelling, respondents were asked to choose one or more activities in which they were engaged and also to choose which one of those selected was the main activity. **Table 1** shows the activities of respondents during the journey.

**Table 1.** Activities conducted during the journey (only activities engaged by more than 5% respondents is presented)

No	Activity	Frequency <sup>a</sup>	Percentage (%)	Main Activity <sup>β</sup>	Percentage (%)
<i>Electronic based activities (EB)</i>					
1	Working on computer	47	17.7	16	6.0
2	Reading/Writing e-mails	115	43.2	18	6.8
6	Text messaging/making phone calls	177	66.5	16	6.0
7	Listening to Radio/Music	50	18.8	14	5.3
<i>Non-electronic based activities (NEB)</i>					
13	Reading printed book/magazine/newspaper for leisure	184	69.2	111	41.7
15	Chatting with other passengers	58	21.8	14	5.3
<i>Personal engagement activities (PE)</i>					
18	Enjoying the view	157	59.0	23	8.6
19	Thinking	167	62.8	16	6.0

<sup>a</sup> Participant can choose more than one activities.

<sup>β</sup> Participant chooses one activity that spent most of travel time

In this study, the activities were differentiated into 3 groups i.e. electronic based (EB), non-electronic based (NEB) and personal engagement (PE). Electronic based activities are activities that are conducted using one or more electronic devices such as a laptop, mobile phone, and multimedia player. Non-electronic based activities are the activities that require an interaction with other passengers or a non-electronic device such as using a pen and paper, reading a book/magazine/newspaper, chatting with other passengers, and eating or drinking. Personal engagement activities are those that can be conducted without involving other passengers or any devices. Such activities include enjoying the view, sleeping and thinking. Being bored or anxious is included in personal activities. The NEB activity was the most reported activity followed by EB and PE. Interestingly 29% of responders were engaged in an EB activity, whilst just over half (52%) an NEB activity. Almost a fifth (19%) took part in a PE activity.

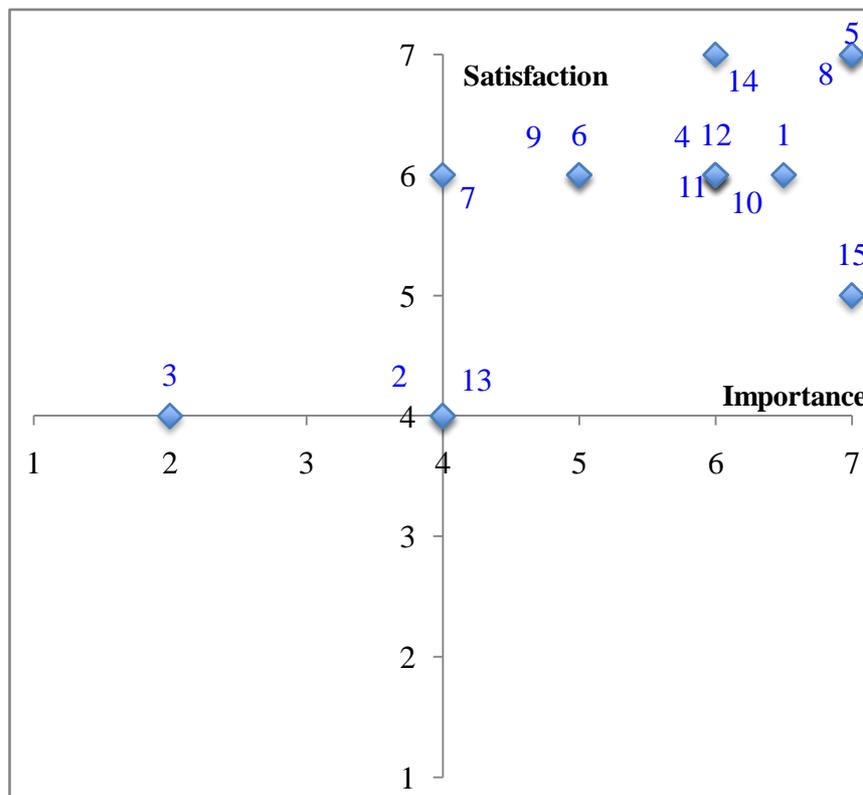
## THE IMPORTANCE-SATISFACTION ANALYSIS (ISA)

The importance and satisfaction analysis (ISA) in this section aimed to investigate the importance of attributes related to the electric devices compared to other attributes and how satisfied the responders were with the attributes. Kolmogorov-Smirnov and Saphiro-Wilk tests confirmed that the distribution of the responses for each attribute data was statistically significantly different from normal; therefore the median was used in the further analysis as shown in **Table 2**. As discussed in previous section, ISA was carried out to compare the importance to the satisfaction of responders and therefore, the mid-point of the Likert-scale was used as the cross hair as was suggested by Oh (2001). **Figure 2** shows the results of the ISA.

**Table 2.** The mean and median of the Likert-score of *importance* and *satisfaction*

Attribute of train services	Importance	Satisfaction
Availability of real-time information (online and at station)	7	6
Availability of Wi-Fi on train	4	4
Availability Wi-Fi at station	2	4
Frequency of train services	6	6
Able to guarantee a seat	7	7
Electric power socket	5	6
Availability of quiet coach	4	6
Reliability of train services	7	7
Availability of catering services such as buffet car and/ or trolley	5	6
Easily accessible services in the station	6	6
Easily accessible facilities	6	6
Easily accessible transport links to and from station	6	6
A waiting room at station	4	4
Direct train services	6	7
Ticket price	7	5

In **Figure 2** the median of the Likert score of each attribute over all responders were plotted for *satisfaction* (y axis) as a function of *importance* (x axis). The axes or cross hairs mark the mid-point of the Likert-scale of all the scores over all respondents and over all 15 attributes for *importance* (x) and *satisfaction* (y). The numbers alongside the points label each attribute as defined in the key. In this way, this two dimensional grid illustrates perceived *importance* and how satisfied customers were against the *quality* attributes.



Key:

1	Availability of real-time information (online and at station)	9	Availability of catering services such as buffet car and/ or trolley
2	Availability of Wi-Fi on train	10	Easily accessible services in the station
3	Availability Wi-Fi at station	11	Easily accessible facilities
4	Frequency of train services	12	Easily accessible transport links to and from station
5	Able to guarantee a seat	13	A waiting room at station
6	Electric power socket	14	Direct train services
7	Availability of quiet coach	15	Ticket price
8	Reliability of train services		

**Figure 2.** Importance-Satisfaction Analysis using median of the Likert score.

**Figure 2** shows that all scores for the satisfaction were above the mid-point of the Likert scale suggesting that the quality of the attributes were acceptable and satisfied the responders except for attribute number 3 (the availability of Wi-Fi at station). This is reasonable because the Wi-Fi service at the station was not available at the time when interview was carried out, however, it was not considered as important for the responders. It is clear that the attributes related to the electronic devices such as Wi-Fi services either on board (attribute number 2) or at stations (attribute number 3) and electric power sockets on board (attribute number (6) were not so important for the responders compared to other attributes such as reliability, ticket price and guarantee of a seat. However, **Figure 2** shows that the score for most of the attributes were 5 or more suggesting that responders were satisfied with the services. An improvement is required for the attribute of travel cost because the attribute is very important but the satisfaction level is the lowest among the most important attributes.

An exploration to examine the skew in the data confirmed that for those attributes related to the electronic devices, the data were skewed to the left (approaching 1) for the *importance* whilst for the *satisfaction*, the skew was very low for attribute number 2 and 3 and skewed to the right for the attribute number 6. As discussed earlier in this section, it is reasonable that the satisfaction of the Wi-Fi service at the station (attribute number 3) cannot be evaluate by responders, as it was not available at the time. However, for the attribute number 2, that responders were neither satisfied nor dissatisfied might be because they did not use the service, as they already had internet access through their smart phone. The availability of the electric power socket on board was fairly important for responders and they were satisfied with the service, as the data were skewed to the right.

There was a doubt whether the profiles of the *importance* and the *satisfaction* were influenced by the main activity of responders (EB, NEB and PE as defined in **Table 1**), and therefore a contingency table analysis was carried out. The results are presented in **Table 3** and **Table 4**.

**Table 3.** Contingency table for the importance of the attribute related to electronic devices and main activity of responders

Main activity	Number of response by score							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
	Less importance			Very importance				
1. Availability of Wi-Fi on trains								
EB	12	6	6	10	11	15	13	73
NEB	48	12	13	20	19	11	14	137
PE	15	7	5	6	7	1	4	45
Total	75	25	24	36	37	27	31	255
Pearson Chi-square Significance								0.04
2. Availability of Wi-Fi at stations								
EB	25	9	12	12	7	1	7	73
NEB	63	20	12	16	11	6	7	135
PE	16	5	10	6	2	2	4	45
Total	104	34	34	34	20	9	18	253
Pearson Chi-square Significance								0.30
3. Availability of electric power socket on boards								
EB	7	4	4	9	7	13	29	73
NEB	22	11	13	14	29	21	28	138
PE	10	3	7	7	7	8	3	45
Total	39	18	24	30	43	42	60	256
Pearson Chi-square Significance								0.00

**Table 4.** Contingency table for the satisfaction of the attribute related to electronic devices and main activity of responders

Main activity	Number of response by score							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
	Less satisfied			Very satisfied				
1. Availability of Wi-Fi on trains								
EB	7	3	3	20	11	9	16	69
NEB	14	6	9	43	13	16	11	112
PE	5	4	6	7	2	5	4	33
Total	26	13	18	70	26	30	31	214
Pearson Chi-square Significance								0.11
2. Availability of Wi-Fi at stations								
EB	9	2	3	26	8	9	8	65
NEB	14	9	4	52	14	9	5	107
PE	8	3	3	10	2	3	3	32
Total	31	14	10	88	24	21	16	204
Pearson Chi-square Significance								0.46
3. Availability of electric power socket on boards								
EB	8	1	1	7	5	10	40	72

Pearson Chi-square Significance								0.46
3. Availability of electric power socket on boards								
NEB	9	2	4	19	17	28	45	124
PE	3	1	1	6	2	7	16	36
Total	20	4	6	32	24	45	101	232
Pearson Chi-square Significance								0.07

Pearson Chi-square test confirmed that the main activity closely related to the level of importance of the availability of Wi-Fi and electric power sockets on the train and this is statistically significant at the 95% level of confidence. Those who engaged in EB tend to place a higher score on those attributes. However, the response to the availability of Wi-Fi at a station was not statistically significantly different between the groups. Pearson Chi-square test also confirmed that different in responses of the satisfaction to the attributes 2, 3 and 6 was not statistically significantly different at the 95% level of confidence. Table 4 shows that most of the responses lied in the mid values (4) suggesting that respondents was not be able to decide whether they were satisfied or unsatisfied with the attributes because they did not use the service or they expect more improvement.

## CONCLUSION

The perception of respondents towards attributes of train services has been examined using ISA. The following findings can be drawn from the study carried out:

1. Regardless the activity of respondents during the journey, the most importance attributes were reliability of train services, able to guarantee a seat and ticket price, whilst the attributes related to travel time use such as the availability of Wi-Fi and electric socket on-board were less importance compared to other attributes.
2. Overall, level of satisfaction of respondents towards the most importance attributes were high except for ticket price suggesting that respondents demanded the ticket pricing policy to be reviewed.
3. The availability of free Wi-Fi and electric socket on-board were more importance for those who engaged in EB activity compared to those who engaged in NEB and PE activity suggesting that there were a segment of users who demanded facilities to conduct more productive and enjoyable activities.

Based on the conclusions above, it is recommended to train operators to investigate further the characteristics of the users who demanded the facilities in order to provide a more effective policy. There is also a possibility that the reliability of the Wi-Fi provided is lower than users' expectation therefore they preferred to use their personal broadband service provided by their cellular operator. In this case, the improvement of the reliability of the Wi-Fi services might increase the number of users.

## REFERENCES

- Arabatzis, G. and Grigoroudis, E. (2010) 'Visitors' satisfaction, perceptions and gap analysis: The case of Dadia-Lefkimi-Soufliou National Park', *Forest Policy and Economics*, 12, pp. 163-172.

- Chou, J. S., Kuo, T. C. and Ou, N. C. (2011) 'Deploying effective service strategy in the operations stage of high-speed rail', *Transportation Research E*, 47, pp. 507-519.
- Coghlan, A. (2012) 'Facilitating reef tourism management through an innovative importance-performance analysis method', *Tourism Management*, 33(767-775).
- Freitas, A. L. P. (2013) 'Assessing the quality of intercity road transportation of passengers: an exploratory study in Brazil', *Transportation Research Part A*, 49, pp. 379-392.
- Graf, L. A., Hemmasi, M. and Nielsen, W. (1992) 'Importance-Satisfaction Analysis: A diagnostic tool for organizational change', *Leadership & Organization Development Journal*, 13(6), pp. 8-12.
- Hu, H. Y., Lee, Y. C., Yen, T. M. and Tsai, C. H. (2009) 'Using BPNN and DEMATEL to modify importance-performance analysis model - A study of computer industry', *Expert System with Application*, 36, pp. 9969-9979.
- Lewis, R. (2004) 'Importance-performance analysis', *Australasian Journal of Engineering Education*, 02.
- Lo, C. C., Wang, C. H., Chien, P. Y. and Hung, C. W. (2012) 'An empirical study of commercialization performance on nano products', *Technovation*, 32, pp. 168-178.
- Martilla, J. A. and Carvey, D. W. (1975) 'Four subtle sins in marketing research', *Journal of Marketing*, 39(1), pp. 8-15.
- Martilla, J. A. and James, J. C. (1977) 'Importance-Performance Analysis', *The Journal of Marketing*, 41(1), pp. 77-79.
- Matzler, K., Bailom, F. and Hinterhuber, H. H. (2004) 'The asymmetric relationship between attribute-level performance and overall customer satisfaction: a reconsideration of the importance-performance analysis', *Industrial Marketing Management*, 33, pp. 271-277.
- Oh, H. (2001) 'Revisiting importance-performance analysis', *Tourism Management*, 22, pp. 617-627.
- Sorensson, A. and Friedrichs, Y. v. (2013) 'An importance-performance analysis of sustainable tourism: A comparison between international and national tourists', *Journal of destination marketing and management*, 2, pp. 14-21.
- Tonge, J. and Moore, S. A. (2007) 'Importance-satisfaction analysis for marine-park hinterlands: A Western Australian case study', *Tourism Management*, 28, pp. 768-776.
- Wang, R. and Tseng, M. L. (2011) 'Evaluation of international student satisfaction using fuzzy importance-performance analysis', *Procedia: Social and Behavioural Sciences*, 25, pp. 438-446.
- Yahya, N. and Bell, M. C. (2010) 'Assessment of service quality and satisfaction from passengers' perspective to inform bus operator decision making', *UTSG 42nd Annual Conference*. University of Plymouth, January 5-7, 2010.

# KARAKTERISTIK KECELAKAAN LALU LINTAS AKIBAT PERILAKU MANUSIA PADA RUAS JALAN MAYJEND SUNGKONO KOTA MALANG

Dwi Ratnaningsih  
Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Malang  
dwiratna.polinema@gmail.com

## Abstract

The number of motor vehicles increasing impact of the issue of congestion and increasing number of traffic accidents. Roads Maj. Sungkono Kedung Kandang District of Malang has a high accident rate from 2008 to 2012 according to data from Malang Police Unit Laka. Results Analysis of factors affecting the behavior of the traffic accident rate in the Road Mayjend Sungkono Malang include professional actors accidents by 87% is private, the home city of the perpetrators of accidents as much as 53.07% came from Malang,, the age of the perpetrator accident 46.296% is aged 26 -45 years, age pedestrians involved 35.484% age <17th and 17-25th .. Based on the rate of accidents per year in the event of an accident at maximum ie 38.89%

*Keywords: Human behavior, traffic accidents, Mayjend Sungkono Malang City*

## Abstrak

Jumlah kendaraan bermotor yang terus bertambah memberi dampak yaitu masalah kemacetan dan bertambahnya angka kecelakaan lalu lintas. Ruas Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang memiliki angka kecelakaan yang tinggi sejak tahun 2008 sampai 2012 menurut data dari Unit Laka Polresta Malang. Hasil Analisa faktor perilaku yang mempengaruhi angka kecelakaan lalu lintas di Jalan Mayjend Sungkono Kota Malang antara lain profesi pelaku kecelakaan sebesar 87% adalah swasta, asal kota pelaku kecelakaan sebanyak 53,07% berasal dari Kabupaten Malang, , umur pelaku kecelakaan 46,296% adalah usia 26-45 tahun, umur pejalan kaki yang terlibat 35,484% usia <17th dan 17-25th.. Berdasarkan tingkat kecelakaan pertahun pada tahun terjadi kecelakaan paling tinggi sebesar yaitu 38,89%

*Kata kunci : Perilaku manusia, kecelakaan lalu lintas, Mayjend Sungkono Kota Malang*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kendaraan bermotor di Kota Malang setiap tahun terus bertambah . Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Dispenda Propinsi Jawa Timur menyebutkan bahwa pada tahun 2010 jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang mencapai 292.753 buah. Pada tahun berikutnya, jumlah kendaraan bermotor bertambah menjadi 340.753 buah. Artinya, dalam jangka waktu satu tahun kendaraan bermotor di Kota Malang bertambah menjadi 48.000 buah atau 16% pertahun. Nampaknya pertambahan jumlah kendaraan bermotor itu berjalan linear. Hal itu bisa kita lihat dari kecenderungan pertambahan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, yang terus menerus mengalami penambahan jumlah.(Sumber: Dispenda Popinsi Jawa Timur). Masalah pada sistem lalu lintas seperti kemacetan dan meningkatnya angka kecelakaan dapat timbul karena buruknya perilaku pengguna jalan serta tidak adanya peningkatan prasarana jalan yang memadai.

Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang termasuk jalan lokal primer. Pada jalan Mayjen Sungkono ini menjadi semakin padat oleh pengguna jalan dan resiko kecelakaan yang tinggi, karena selain terdapat pemukiman penduduk, terdapat pula fasilitas-fasilitas umum seperti sekolah yaitu SMAN 6 Malang, SMPN 10 Malang, MI Diponegoro, MTs/MA Hamid Rusdi, TK NU 37, SDN Buring, TK Satap, SMP Darul

Ulum Agung, SMA Darul Ulum Agung, dan Universitas Terpadu, terdapat pula Terminal Hamid Rusdi, Gor Ken Arok dan Perumahan Cempaka Putih 1,2 dan 3 .

Menurut UU No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan, jalan lokal primer merupakan jalan lokal dalam skala wilayah tingkat lokal. Pada ujung sebelah utara jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang memiliki lebar  $\pm 6$  meter dengan turunan dan tanjakan yang cukup tinggi, namun semakin ke selatan ruas jalan semakin lebar yaitu  $\pm 7$  meter dan tidak ada turunan dan tanjakan yang tajam. Ruas Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang memiliki angka kecelakaan yang tinggi sejak tahun 2008 sampai 2012 menurut data dari Unit Laka Polresta Malang.

### **Rumusan Permasalahan**

Bagaimana pengaruh perilaku manusia terhadap karakteristik kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono kota Malang?

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud dan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perilaku manusia terhadap karakteristik kecelakaan pada ruas jalan Mayjend Sungkono kota Malang.

### **Lingkup Pembahasan**

1. Perilaku manusia terhadap karakteristik Kecelakaan pada ruas jalan Mayjend Sungkono Kota Malang.
2. Peraturan menggunakan UU no 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan,

## **DASAR TEORI**

### **Tata Cara Berlalu Lintas**

Menurut UU No.22 tahun 2009 menjelaskan bahwa setiap orang yang menggunakan jalan wajib berperilaku tertib dan mencegah hal-hal yang dapat merintangi, membahayakan keamanan dan keselamatan lalu lintas dan angkutan jalan, atau yang dapat menimbulkan kerusakan jalan. Setiap orang yang mengemudikan kendaraan bermotor di jalan wajib mengemudikan kendaraannya dengan wajar dan penuh konsentrasi. Pengemudi kendaraan bermotor juga harus mengutamakan keselamatan pejalan kaki dan pengendara sepeda, wajib pula mematuhi marka jalan dan rambu, alat pemberi isyarat lalu lintas. Pengemudi kendaraan bermotor juga harus memperhatikan gerakan lalu lintas serta kecepatan yang digunakan untuk mengemudikan kendaraan bermotor. Untuk kendaraan yang bergandengan seperti truk, harus diperhatikan tata cara penggandengan dan penempelannya.

Selain itu pengemudi kendaraan bermotor wajib memiliki Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK)/Surat Tanda Coba Kendaraan (STCK), Surat Izin Mengemudi (SIM), bukti lulus uji berkala dan tanda bukti lainnya (surat tanda bukti penyitaan sebagai pengganti STNK dan sebagainya). Selain itu untuk meningkatkan keselamatan pengemudi kendaraan roda empat wajib memakai sabuk pengaman, sedangkan untuk pengendara motor wajib memakai helm Standart Nasional Indonesia.

### **Definisi Kecelakaan**

UU No.22 tahun 2009 menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda.

### **Klasifikasi kecelakaan menurut pelaku kecelakaan:**

1. Berdasarkan Profesi Pelaku Kecelakaan
  1. Pegawai Negeri  
Yaitu apabila pelaku kecelakaan bekerja di dalam instansi pemerintahan
  2. Wiraswasta  
Yaitu apabila pelaku kecelakaan bekerja diluar instansi pemerintahan
  3. TNI dan POLRI  
Yaitu apabila pelaku kecelakaan bekerja di instansi kemiliteran dan kepolisian.
3. Berdasarkan Asal Kota Pelaku Kecelakaan
  1. Dalam Kota  
Yaitu apabila pelaku kecelakaan berasal dari dalam Kota .
  2. Luar Kota Maupun Kabupaten  
Yaitu apabila pelaku kecelakaan berasal dari luar kota maupun Kabupaten .
4. Berdasarkan Umur Pelaku Kecelakaan
  1. Kurang dari atau sama dengan 17 tahun ( $\leq 17$  tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan dibawah atau sama dengan tujuh belas tahun.
  2. Antara 17 tahun hingga 26 tahun ( 17-25 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar antara tujuh belas tahun hingga dua puluh enam tahun.
  3. Antara 26 tahun hingga 45 tahun ( 26 – 45 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar antara dua puluh enam tahun hingga empat puluh lima tahun.
  4. Lebih dari atau sama dengan 46 tahun ( $\geq 46$  tahun)  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan diatas atau sama dengan empat puluh enam tahun.
5. Berdasarkan Umur Korban Kecelakaan
  1. Kurang dari atau sama dengan 17 tahun ( $\leq 17$  tahun )  
yaitu apabila umur pelaku kecelakaan dibawah atau sama dengan tujuh belas tahun.
  2. Antara 17 tahun hingga 26 tahun ( 17-25 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar antara tujuh belas tahun hingga dua puluh enam tahun.
  - 3 Antara 26 tahun hingga 45 tahun ( 26 – 45 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar antara dua puluh enam tahun hingga empat puluh lima tahun.
  4. Lebih dari atau sama dengan 46 tahun ( $\geq 46$  tahun)  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan diatas atau sama dengan empat puluh enam tahun.
6. Berdasarkan Umur Pejalan Kaki Yang Terlibat
  1. Kurang dari atau sama dengan 17 tahun ( $\leq 17$  tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan dibawah atau sama dengan tujuh belas tahun.

2. Antara 17 tahun hingga 26 tahun ( 17-25 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar anantara tujuh belas tahun hingga dua puluh enam tahun.
3. Antara 26 tahun hingga 45 tahun ( 26 – 45 tahun )  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan berkisar anantara dua puluh enam tahun hingga empat puluh lima tahun.
4. Lebih dari atau sama dengan 46 tahun (  $\geq 46$  tahun)  
Yaitu apabila umur pelaku kecelakaan diatas atau sama dengan empat puluh enam tahun.

### **Karakteristik Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas**

Lalu lintas ditimbulkan oleh adanya pergerakan dari alat-alat angkutan, karena adanya kebutuhan perpindahan manusia dan atau barang. Unsur-unsur sistem transportasi adalah semua elemen yang dapat berpengaruh terhadap lalu lintas.

### **Pemakai jalan**

Pemakai jalan adalah semua orang yang menggunakan fasilitas langsung dari suatu jalan termasuk pengemudi pejalan kaki, dan pedagang kaik lima.

### **Kendaraan**

Faktor-faktor utama kendaraan yang langsung menimbulkan kecelakaan adalah karena keterbatasan perancangan atau cacat yang ditimbulkan dari kurangnya pemeliharaan, penyesuaian yang tidak baik dan rusaknya beberapa komponen yang penting misalnya rem, ban, dan lampu (FD. Hobs : 1995).

### **Jalan dan fasilitas penunjangnya**

1. Geometrik jalan
2. Fasilitas pejalan kaki
3. Marka jalan
4. Rambu - rambu lalu lintas

### **Lingkungan**

Kondisi lingkungan sekitar jalan memberikan karakteristik tertentu bagi pengemudi. Dalam hal ini hal-hal yang memberikan karakteristik tertentu pada pengemudi adalah :

1. Keadaan medan sekitar jalan : datar, pesisir, pantai, pegunungan, dll.
2. Cuaca sekelilingnya : cerah, hujan, berkabut, berdebu, berasap, dll.
3. Keadaan arus lalu lintas : heterogen, homogenya, lancar, macet, dll.

### **Metode Penelitian**

1. Lokasi Survey

Lokasi survey yaitu di Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang.



**Gambar 3.1** Jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang-Kota Malang

Sumber: Goggle Map.com

## 2. Data Penelitian

Data yang digunakan untuk penelitian ini :

Data primer meliputi : data geometrik jalan

Data sekunder meliputi : data –data kecelakaan lalu lintas

## ANALISA PEMBAHASAN

### Analisa Jenis Kecelakaan Lalu Lintas

Pelaku kecelakaan sangat dipengaruhi kematangan jiwanya dimana usia dan jenis kelamin sangat berpengaruh terhadap emosi maupun refleksi seorang dalam menghadapi sesuatu. Selain itu jenjang pendidikan seseorang juga dapat mempengaruhi daya pikirnya selama berkendara di jalan raya.

Profesi pelaku kecelakaan merupakan cerminan tingkat intelegensi dan kemampuan berfikirnya di jalan raya, apabila profesinya menuntutnya untuk berfikir lebih kritis terhadap suatu permasalahan, maka ketika berkendara pun akan lebih berhati-hati dan berfikir lebih jauh dalam mengambil keputusan ketika mengemudikan kendaraanya.

### Berdasarkan Profesi Pelaku Kecelakaan

Jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang, yang terjadi berdasarkan profesi pelaku kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.1** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdasarkan Profesi Pelaku Kecelakaan

NO	SPESIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	PEGAWAI NEGERI	0	0	0	1	0	1	1,851852
2	TNI-POLRI	0	1	0	0	0	1	1,851852
3	SWASTA	7	6	9	19	6	47	87,03704
4	PELAJAR	4	0	0	1	0	5	9,259259
JUMLAH		11	7	9	21	6	54	100

Jumlah kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan tersebut berdasarkan profesi pelaku kecelakaan untuk profesi sebagai swasta memiliki prosentase sebesar 87,073% sebanyak 47 kejadian

#### Berdasarkan Asal Kota Pelaku Kecelakaan

Asal kota pelaku pun akan mempengaruhi tingkat emosional pelaku kecelakaan Berdasarkan data yang diperoleh dari Satlantas Unit Laka Lantas Polresta Malang, jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang untuk periode 2008-2012, yang terjadi berdasarkan asal kota pelaku kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.2** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdasarkan Asal Kota Pelaku Kecelakaan

NO	KLASIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	KOTA MALANG	6	6	2	8	0	22	40,74074
2	KAB.MALANG	5	1	7	11	5	29	53,7037
3	LUAR KOTA	0	0	0	2	1	3	5,555556
JUMLAH							54	100
TOTAL								

Jumlah kecelakaan paling banyak yang terjadi pada ruas jalan tersebut berdasarkan asal kota pelaku kecelakaan untuk asal Kabupaten Malang sebesar 53,704% sebanyak 29 kejadian,

#### Berdasarkan Umur Pelaku Kecelakaan

Jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang untuk periode 2008-2012, yang terjadi berdasarkan umur pelaku kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.3** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdasarkan Umur Pelaku Kecelakaan

NO	KLASIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	<17 TH	1	0	0	0	0	1	1,851852
2	17-25	5	2	4	9	3	23	42,59259
3	26-45	5	4	3	10	3	25	46,2963
4	≥ 46 TH	0	1	2	2	0	5	9,259259
JUMLAH							54	100
TOTAL								

Pelaku kecelakaan lalu lintas yang paling banyak terjadi pada usia 26-45th yaitu sebanyak 46,29% dengan kejadian sebanyak 25 kejadian kecelakaan pada ruas jalan tersebut kurun waktu lima tahun

#### Berdasarkan Umur Pejalan Kaki Yang Terlibat

Berdasarkan data yang diperoleh dari Satlantas Unit Laka Lantas Polresta Malang, jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang untuk periode 2008-2012, yang terjadi berdasarkan umur korban kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.4** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdsarakan Umur Pejalan Kaki Yang Terlibat

NO	KLASIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	<17 TH	4	1	3	1	2	11	35,48387
2	17-25	5	2	2	0	2	11	35,48387
3	26-45	3	0	1	3	0	7	22,58065
4	≥ 46 TH	1	0	1	0	0	2	6,451613
JUMLAH		13	3	7	4	4	31	100
TOTAL								

Jumlah kecelakaan sangat tinggi di dominasi oleh pejalan kaki yang berumur <17 tahun dan pejalan kaki dengan range umur 17-25 sebanyak 35,484% dari 11 kejadian kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Selama kurun waktu lima tahun terakhir.

#### **Berdasarkan Umur Korban Kecelakaan**

Berdasarkan data yang diperoleh dari Satlantas Unit Laka Lantas Polresta Malang, jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang untuk periode 2008-2012, yang terjadi berdasarkan umur korban kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.5** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdasarkan Umur Korban Kecelakaan

BERDASARKAN UMUR KORBAN KECELAKAAN								
NO	KLASIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	<17 TH	5	1	0	1	0	7	6,730769
2	17-25	7	3	7	3	0	20	19,23077
3	26-45	14	16	4	4	2	40	38,46154
4	≥ 46 TH	11	8	6	8	4	37	35,57692
JUMLAH		37	28	17	16	6	104	100
TOTAL								

Jumlah kecelakaan paling tinggi di dominasi oleh korban yang berumur 26-45 tahun sebanyak 38.461% dari 40 kejadian kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan tersebut selama kurun waktu lima tahun terakhir.

#### **Berdasarkan Umur Pejalan Kaki Yang Terlibat**

Berdasarkan data yang diperoleh dari Satlantas Unit Laka Lantas Polresta Malang, jumlah kecelakaan pada ruas jalan Mayjen Sungkono Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang untuk periode 2008-2012, yang terjadi berdasarkan umur korban kecelakaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.6** Tabel Klasifikasi Kecelakaan Berdsarakan Umur Pejalan Kaki Yang Terlibat

NO	KLASIFIKASI	TAHUN					JUMLAH	%
		2008	2009	2010	2011	2012		
1	<17 TH	4	1	3	1	2	11	35,48387
2	17-25	5	2	2	0	2	11	35,48387

3	26-45	3	0	1	3	0	7	22,58065
4	≥ 46 TH	1	0	1	0	0	2	6,451613
JUMLAH		13	3	7	4	4	31	100
TOTAL								

Jumlah kecelakaan sangat tinggi di dominasi oleh pejalan kaki yang berumur <17 tahun dan pejalan kaki dengan range umur 17-25 sebanyak 35,484% dari 11 kejadian kecelakaan yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Hal ini terjadi karena jalan Mayjen Sungkono banyak terdapat sekolah, baik SD, SMP, maupun SMA, serta terdapat pula universitas. Sehingga pejalan kaki umur <17 tahun serta range umur 17-25 sangat banyak pada jalan Mayjen Sungkono, terlebih lagi saat berangkat dan pulang sekolah yang bersamaan dengan jam padat arus kendaraan.

### Analisa Tingkat Kecelakaan Per Tahun

Peningkatan atau penurunan kecelakaan tiap tahunnya dapat diukur dari penerapan sistem keselamatan lalu lintas, apabila mengalami penurunan, maka sistem yang diterapkan untuk mengurangi kecelakaan tersebut sangat efektif diterapkan, namun apabila terjadi peningkatan maka sistem tersebut perlu diadakan suatu kajian ulang yang lebih jauh untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang ada.

Berikut data hasil penelitian yang tersaji dalam bentuk tabel dan histogram tingkat kecelakaan per tahun :

**Tabel 4.7** Tabel Analisa Tingkat Kecelakaan Per Tahun

TAHUN	JUMLAH KEJADIAN LAKA	PROSENTASE PER TAHUN %
2008	13	18,056
2009	11	15,278
2010	13	18,056
2011	28	38,889
2012	7	9,722
TOTAL	72	100

Sumber Data: Satlantas Unit Laka-Lantas Polresta Malang

Kecelakaan yang tertinggi terjadi pada tahun 2011 dengan jumlah prosentase sebesar 38,889 % dengan kejadian sebanyak 28 kejadian kecelakaan.

## KESIMPULAN

1. Faktor perilaku yang mempengaruhi angka kecelakaan lalu lintas di Jalan Mayjend Sungkono Kota Malang antara lain profesi pelaku kecelakaan, asal kota pelaku kecelakaan, umur pelaku kecelakaan dan umur pejalan kaki yang terlibat.
2. Angka kecelakaan lalu lintas tertinggi terjadi pada tahun 2011 dengan prosentase sebesar 38,889%

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ratnaningsih Dwi, 2014, Identifikasi Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Mayjen Sungkono Kota Malang , Politeknik Negeri Malang
- Anonym. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- Anonym. 2009. Undang-Undang Republik Indonesia No 22 Tahun 2009, Jakarta : Direktorat Jendral Bina Marga.
- Clarkson H. Oglesby, Gary Hicks R. 1988. Teknik Jalan Raya Edisi Ke Empat, Jilid I, Jakarta : Erlangga.
- Hobbs, F. D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Morlock, Edward. K. 1998. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta : Erlangga.
- Munawar Ahmad, 2009, Manajemen Lalu Lintas Perkotaan, Yogyakarta, Beta Offset

## HUBUNGAN ALOKASI WAKTU PERJALANAN DENGAN WAKTU AKTIVITAS PENGGUNA SEPEDA MOTOR BERDASAR DATA CATATAN HARIAN

**Alan Hardi Kharisma**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung  
P: 085624409209  
alanhardikharisma@gmail.com

**Tri Basuki Joewono**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung  
P: 022-2033691; F: 022-2033692  
vftribas@unpar.ac.id

### Abstract

Activity-based travel shows detail on each trip and activity performed by an individual during a given period of time. The purpose of this study is to describe the travel time and activity time workers of motorcycle users and to analyze the relation between activity time and travel time. The results of the analysis show that the highest average of activity time budget occurs at the activity of sleeping and working, namely 431.33 minutes and 356.10 minutes. Analysis of the relation between duration of activity time and travel time indicates that there is a relation, either weekdays, and the male and female gender. The analysis found that at the weekend found that the timing of activities and travel time does not have a significant relation.

**Keywords:** *Travel Time, Activity time, Activity Based Travel, Travel Time Ratio.*

### Abstrak

Perjalanan berbasis aktivitas menunjukkan rincian terhadap setiap perjalanan dan kegiatan yang dilakukan oleh seorang individu selama periode waktu tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan waktu perjalanan dan waktu aktivitas pekerja pengguna sepeda motor dan menganalisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata alokasi durasi aktivitas terbesar terjadi pada aktivitas tidur dan bekerja, yaitu selama 431,33 menit dan 356,10 menit. Analisis hubungan antara durasi waktu aktivitas dan waktu perjalanan menunjukkan bahwa terdapat hubungan, baik pada hari kerja, dan jenis kelamin pria dan wanita. Analisis menemukan bahwa pada akhir pekan didapat bahwa waktu aktivitas dan waktu perjalanan tidak memiliki hubungan yang signifikan.

**Kata Kunci:** *Waktu Perjalanan, Waktu Aktivitas, Perjalanan Berbasis Aktivitas, Rasio Waktu Perjalanan.*

## PENDAHULUAN

Alokasi waktu perjalanan berdasarkan aktivitas (travel time budget of activity) merupakan waktu perjalanan harian yang terkait dengan aktivitas yang dihitung sebagai jumlah waktu perjalanan yang terkait dengan tujuan tertentu pada suatu hari (Iragaël, 2011). Goodwin (1981) menjelaskan bahwa istilah "alokasi" digunakan untuk mengedepankan rasionalitas, yang seharusnya terdapat dalam proses penempatan waktu dalam perjalanan. Alokasi waktu perjalanan dapat dilihat sebagai solusi dari kompetisi kepada terbatasnya waktu di antara aktivitas.

Rutinitas harian individu biasanya ditentukan oleh beberapa aktivitas di luar rumah, seperti bekerja, sekolah, belanja, bertemu teman-teman, olahraga, atau berekrasi. Sebagai akibatnya adalah individu harus membuat keputusan tentang partisipasi, waktu, lokasi, dan durasi aktivitas tersebut (Brunow dan Grunder 2012). Susilo dan Dijst (2009) menjelaskan bahwa perbedaan nilai aktivitas berdasarkan kepentingan dapat mempengaruhi jumlah waktu perjalanan seseorang pada aktivitas tertentu. Terdapat beberapa studi tentang waktu aktivitas dan waktu perjalanan. Susilo dan Dijst (2009) menjelaskan bahwa analisis waktu perjalanan yang berbasis aktivitas tertentu akan meningkatkan pemahaman tentang perilaku perjalanan individu sehari-hari. Hal tersebut akan membantu para perencana

perkotaan dan transportasi untuk meningkatkan perkiraan pada pilihan lokasi dan interaksi antara ruang kota, sosio-demografi, dan perilaku perjalanan.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mendeskripsikan waktu aktivitas dan waktu perjalanan serta menganalisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan pekerja pengguna sepeda motor. Artikel ini merupakan bagian dari studi yang dilakukan oleh Joewono dan Santoso (2013) yang menganalisis perjalanan berbasis aktivitas dan penentuan lokasi oleh para pekerja.

## **HUBUNGAN WAKTU AKTIVITAS DENGAN WAKTU PERJALANAN**

Aktivitas yang dilakukan individu dalam setiap hari pada dasarnya akan menghasilkan perjalanan utama, biasanya perjalanan tersebut adalah perjalanan untuk bekerja, sekolah, atau kegiatan wajib lainnya. Namun, individu juga dapat memiliki satu atau lebih perjalanan sekunder yang fleksibel atau opsional, dengan berbagai tujuan perjalanan (Primerano et al., 2007). McGuckin and Nakamoto (2007) menjelaskan bahwa aktivitas diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yang pertama adalah tipe aktivitas *work*, merupakan aktivitas yang berhubungan dengan pekerjaan seperti bekerja. Kedua adalah tipe aktivitas *Maintenance*, merupakan aktivitas yang berhubungan dengan diri sendiri misalnya makan dan tidur. Ketiga adalah tipe aktivitas *discretionary* merupakan aktivitas seperti aktivitas urusan pribadi, urusan rumah tangga, sosialisasi dan rekreasi. Bhat (2001) membagi waktu perjalanan dalam dua kategori, yang pertama adalah perjalanan out of home, merupakan perjalanan yang dilakukan diluar rumah dan perjalanan in home, merupakan perjalanan yang dilakukan didalam rumah.

Perjalanan pada umumnya adalah aktivitas yang ditentukan dari tempat dan utilitas aktivitas lain yang digabungkan dalam rantai aktivitas keseharian. Rantai aktivitas seharusnya dirancang untuk memaksimalkan utilitas sehari-hari dengan menggabungkan bermacam-macam aktivitas (Bhat and Koppelman, 1993). Total waktu perjalanan sehari-hari muncul sebagai fenomena dan merupakan faktor yang membatasi rantai aktivitas yang dilihat sebagai proses agregasi utilitas (Pinjari and Baht, 2010). Curtis and Perkins (2006) menjelaskan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh dalam perilaku perjalanan adalah diantaranya faktor sosio-demografis, faktor tempat tinggal, faktor biaya, dan faktor sosial. Variabel sosio-demografis yang paling penting dalam mempengaruhi perilaku perjalanan meliputi usia, komposisi rumah tangga, pendapatan, jenis kelamin dan kepemilikan kendaraan bermotor.

Analisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan telah menghasilkan tiga konsep yang berbeda. Pertama, proporsi waktu yang tersedia untuk melakukan perjalanan telah diusulkan oleh Beckmann dan Golob (1972) dan telah kembali dipelajari secara empiris oleh Kitamura et al (1992) yang menjelaskan bahwa waktu perjalanan sehari-hari merupakan salah satu waktu hariannya dari aktivitas, yang seharusnya mewakili proporsi tertentu dari total waktu yang tersedia setiap hari. Waktu aktivitas dihitung termasuk keterkaitan waktu perjalanan dengan waktu total yang tersedia (24 jam) pada setiap harinya. Hal ini menyebabkan perhitungan rasio seperti ditunjukkan dalam persamaan 1.

$$\frac{ATB_j}{T} = f(X, \beta) \quad (1)$$

dengan :

ATB<sub>j</sub> = alokasi waktu dari suatu aktivitas j (menit)

T = total waktu harian yang tersedia

Proporsi ini seharusnya bergantung pada variabel X dan parameter β. Rasio ini bernilai konstan jika didasarkan pada tugas yang proporsional, serta tergantung pada karakteristik individu dan variabel lainnya. Kedua, rasio waktu perjalanan. Dijst dan Vidakovic (2000) berpendapat bahwa partisipasi dalam lokasi aktivitas tertentu adalah hasil dari tawar-menawar antara waktu perjalanan dan waktu aktivitas. Individu berpartisipasi pada kegiatan yang memenuhi rasio yang dapat diterima. Rasio waktu tempuh dihitung untuk setiap partisipasi aktivitas, yaitu rasio dari total waktu perjalanan yang terkait dengan jumlah waktu perjalanan dan waktu aktivitas di tempat tujuan (persamaan 2).

$$\tau_a = \frac{T_t}{T_t + T_a} \quad (2)$$

dengan :

τ<sub>a</sub> = rasio waktu tempuh untuk aktivitas

T<sub>t</sub> = waktu perjalanan

T<sub>a</sub> = waktu aktivitas.

Ketiga, Golob dan McNally (1997) menjelaskan bahwa intensitas waktu perjalanan dari sebuah aktivitas merupakan tambahan waktu perjalanan yang termasuk dalam peningkatan durasi aktivitas jenis tertentu (persamaan 3).

$$TTI_j = \frac{\Delta TT_j}{\Delta T_j} = \frac{\partial TT_j}{\partial T_j} \quad (3)$$

dengan:

(TTI<sub>j</sub>) = intensitas waktu perjalanan dari aktivitas tipe j

T<sub>j</sub> = waktu dari aktivitas tipe j

TT<sub>j</sub> = waktu perjalanan dari aktivitas tipe j

Dimana intensitas waktu perjalanan dari aktivitas (TTI<sub>j</sub>) adalah variasi relatif atau turunan dari waktu perjalanan yang terkait dengan jenis aktivitas j yang berdasarkan Waktu T<sub>j</sub> dari aktivitas tipe j. Sebagian besar model memperkirakan waktu perjalanan pada durasi aktivitas utama untuk menafsirkan estimator dalam hal intensitas waktu perjalanan.

## PENGUMPULAN DATA

Data catatan perjalanan (travel diary) diperoleh dari Joewono dan Santoso (2013) dalam penelitian yang berjudul Pemodelan Perilaku Pelaku Perjalanan di Perkotaan Berbasis Aktivitas. Pengumpulan data dalam penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan kuesioner dengan sampel yang berjumlah sebanyak 50 individu. Penyebaran kuesioner dilakukan dengan mengambil sampel acak dari berbagai perkantoran yang ada di Kota Bandung, baik institusi pemerintahan maupun swasta.

Pertanyaan dalam kuesioner ini terbagi dalam tiga bagian, yang pertama adalah pertanyaan mengenai alamat lengkap responden, kedua adalah pertanyaan tentang demografi responden, yaitu usia, jenis kelamin, status pernikahan, pekerjaan, jumlah anggota keluarga yang tinggal bersama, kepemilikan surat izin mengemudi, pendidikan, karakteristik ekonomi, dan demografi kepemilikan kendaraan. ketiga adalah bagian tentang karakteristik aktivitas dan perjalanan yang mencakup durasi kegiatan, aktivitas, moda transportasi,

kepentingan perjalanan, dan jarak tempuh perjalanan tersebut. Detail diskusi mengenai studi ini dapat ditemukan dalam Hadi dan Joewono (2014).

## METODE PENELITIAN

Data aktivitas yang di peroleh merupakan data aktivitas harian yang dilakukan pekerja berdasarkan jam mulai aktivitas, menit mulai aktivitas, tipe aktivitas, jam selesai aktivitas, moda yang dipakai untuk aktivitas, kepentingan aktivitas, dan jarak yang ditempuh untuk menunjang aktivitas tersebut. Data tersebut kemudian diolah menjadi durasi waktu perjalanan dan waktu aktivitas. Hubungan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas akan dianalisis menggunakan korelasi pearson. Waktu perjalanan dan waktu aktivitas diolah menjadi rasio waktu perjalananan (*travel time ratio*) per aktivitas, dan akan dianalisis menggunakan uji T. analisis yang dilakukan berdasarkan jenis kelamin dan jenis hari.

## DATA DAN ANALISIS

### Deskripsi Waktu

Waktu aktivitas yang akan dianalisis adalah waktu aktivitas pekerja dalam 2 hari. Berdasarkan jenis kelamin, proporsi jumlah pekerja pria adalah 41 orang. Distribusi jumlah aktivitas yang dilakukan individu disajikan pada Tabel 1. Jumlah aktivitas tertinggi mencapai 66 aktivitas dan yang terendah adalah 8 aktivitas. Responden paling banyak melakukan 11-20 aktivitas per hari dan diikuti kelompok 21-30 aktivitas.

Tabel 1 Frekuensi Jumlah Aktivitas Pekerja

Jumlah Aktivitas	Frekuensi
1 – 10	3
11 – 20	40
21 – 30	31
31 – 40	14
41 – 50	9
51 – 60	2
> 60	1

Deskripsi statistik untuk waktu aktivitas di dapatkan bahwa nilai deviasi standar untuk waktu aktivitas bekerja dan rekreasi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas-aktivitas lainnya yaitu, 202,59 menit dan 133,12 menit. Sedangkan untuk nilai deviasi standar paling rendah adalah aktivitas antar/jemput dan menunggu dengan nilai standar deviasi sebesar 19,09 dan 22,64. Deskripsi statistik alokasi waktu aktivitas pekerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Deskripsi Statistik Alokasi Waktu Aktivitas Pekerja (menit)

Data Aktivitas	Median	Rata-Rata	Max	Deviasi Standar
Makan	45,50	54,10	178,00	39,12
Tidur	420,50	431,33	800,00	132,37

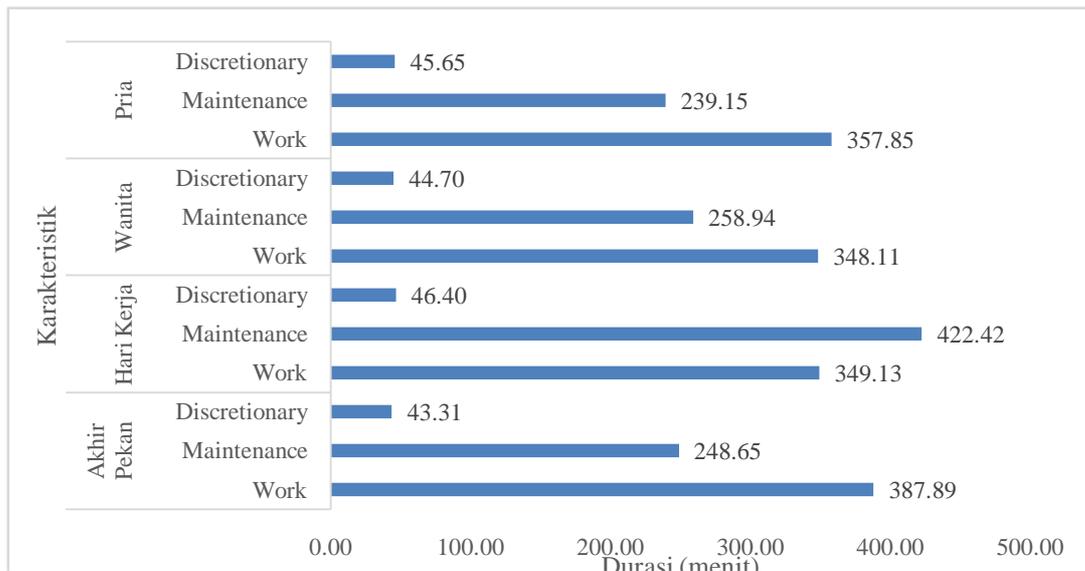
Data Aktivitas	Median	Rata-Rata	Max	Deviasi Standar
Istirahat	22,00	44,73	265,00	61,44
Bekerja	416,50	356,10	955,00	202,59
Antar/Jemput	7,00	5,34	130,00	19,09
Urusan	96,00	52,07	525,00	95,74
Rumah Tangga				
Urusan Pribadi	110,00	133,23	568,00	113,29
Sosialisasi	30,50	61,83	583,00	96,05
Rekreasi	132,50	58,44	605,00	133,12
Beribadah	34,50	44,2	395,00	55,59
Menunggu	18,00	10,09	143,00	22,64
Belajar	45,00	9,37	275,00	40,77
Lainnya	48,00	35,05	579,00	87,33

Deskripsi statistik waktu perjalanan pekerja di dapatkan bahwa deviasi standar untuk aktivitas urusan pribadi memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas-aktivitas lainnya dengan nilai standar deviasi sebesar 68,13. Sedangkan untuk nilai deviasi standar paling rendah adalah aktivitas belajar dan tidur dengan nilai standar deviasi sebesar 7,10 dan 7,95. Deskripsi statistik alokasi waktu perjalanan pekerja dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3** Deskripsi Statistik Alokasi Waktu Perjalanan Pekerja (menit)

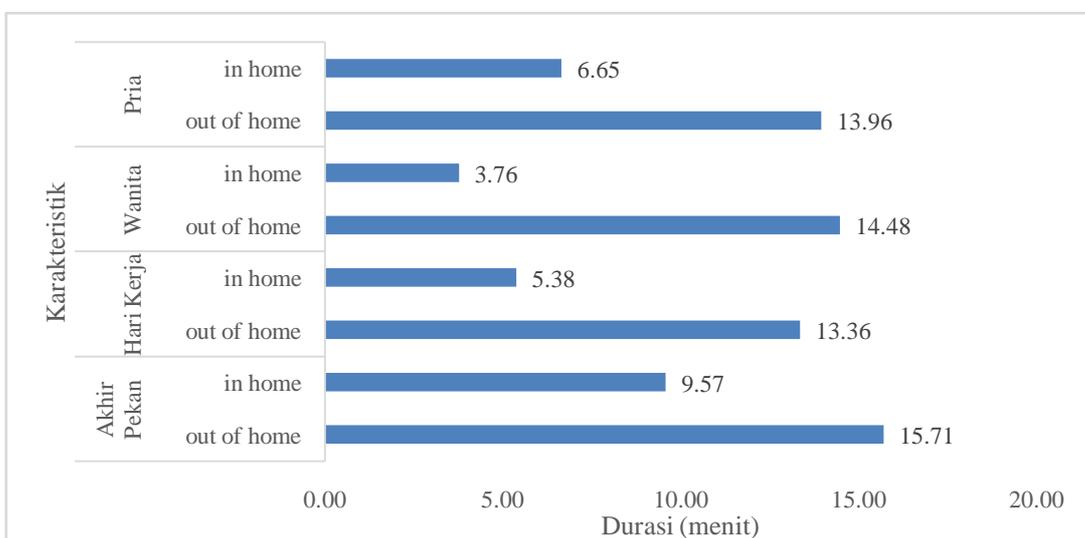
Data Perjalanan	Median	Rata-Rata	Max	Deviasi Standar
Makan	9,00	11,06	140,00	21,01
Tidur	2,00	2,41	50,00	7,95
Istirahat	12,00	12,24	419,00	45,32
Bekerja	15,00	23,43	192,00	41,39
Antar/Jemput	10,00	18,23	154,00	37,84
Urusan	7,00	3,1	154,00	16,02
Rumah Tangga				
Urusan Pribadi	30,00	48,13	446,00	68,13
Sosialisasi	10,00	7,57	98,00	8,55
Rekreasi	3,00	2,13	50,00	8,08
Beribadah	6,00	6,23	111,00	14,29
Menunggu	18,50	7,58	238,00	26,76
Belajar	29,00	1,72	43,00	7,10
Lainnya	20,50	6,45	119,00	18,39

Waktu aktivitas di bagi ke dalam tiga jenis kategori, yang pertama adalah tipe aktivitas *work*, merupakan aktivitas yang berhubungan dengan pekerjaan. Kedua, tipe aktivitas *maintenance* yang berhubungan dengan aktivitas untuk kepentingan dirinya sendiri seperti aktivitas makan dan tidur. Ketiga, tipe aktivitas *discretionary* merupakan aktivitas seperti aktivitas urusan pribadi, urusan rumah tangga, sosialisasi dan rekreasi. Gambar 4.4 menunjukkan alokasi waktu aktivitas pekerja berdasarkan tipe aktivitas. Aktivitas pada kategori *maintenance* pada jenis kelamin wanita memiliki durasi rata-rata lebih lama dibandingkan jenis kelamin pria, dan pada hari kerja durasi rata-rata pada kategori *maintenance* lebih lama dibandingkan pada akhir pekan. Alokasi waktu aktivitas berdasarkan tipe aktivitas dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Rata-Rata Alokasi Waktu Aktivitas Pekerja Berdasarkan Tipe Aktivitas

Waktu perjalanan dibagi dalam dua kategori, yang pertama adalah perjalanan *out of home*, merupakan perjalanan yang dilakukan diluar rumah dan perjalanan *in home*, merupakan perjalanan yang dilakukan didalam rumah. Gambar 3 menunjukkan alokasi waktu perjalanan pekerja berdasarkan tipe perjalanan. Alokasi waktu perjalanan pada tipe out of home didapatkan durasi rata-rata pada akhir pekan lebih lama dibandingkan hari kerja, dan pada jenis kelamin wanita durasi rata-rata pada tipe out of home lebih lama dibandingkan jenis kelamin wanita. Alokasi waktu perjalanan berdasarkan tipe perjalanan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Rata-Rata Alokasi Waktu Aktivitas Pekerja Berdasarkan Tipe Perjalanan

### Analisis Hubungan

Analisis selanjutnya adalah analisis hubungan waktu perjalanan dengan waktu aktivitas pekerja selama 2 hari. Hari pertama dan hari kedua merupakan data yang berbeda maka analisis menggunakan jumlah sampel 100 (50 untuk hari pertama dan 50 untuk hari kedua). Untuk mengetahui hubungan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas pekerja,

maka dilakukan analisis hubungan dengan menggunakan angka korelasi pearson dan signifikansi dengan tingkat kepercayaan 5% (0,05). hipotesis yang di analisis adalah ;

Ho: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas pekerja.

Ha: Terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas pekerja.

Hasil analisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan menunjukkan signifikansi yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan (0,05) yang berarti Ha diterima atau Ho ditolak. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah terdapat hubungan antara waktu aktivitas dengan waktu perjalanan.

Tabel 4 Hasil Analisis Hubungan Antara Waktu Aktivitas Dengan Waktu Perjalanan

Data Hubungan Waktu	N	Korelasi Pearson	Tingkat Signifikansi	Ha
Aktivitas-Perjalanan	100	-0,316	0,001	Diterima

Analisis hubungan waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis kelamin pekerja, dilakukan analisis hubungan dengan menggunakan angka korelasi pearson dan signifikansi dengan tingkat kepercayaan 5% (0,05). hipotesis yang di analisis adalah ;

Ho: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis kelamin pekerja.

Ha: Terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis kelamin pekerja.

Hasil analisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan berdasarkan jenis kelamin pria menunjukkan signifikansi yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan (0,05) yang berarti Ha diterima atau Ho ditolak. Hasil analisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan berdasarkan jenis kelamin wanita menunjukkan signifikansi yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan (0,05) yang berarti Ha diterima atau Ho ditolak. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah terdapat hubungan antara waktu aktivitas dengan waktu perjalanan berdasarkan jenis kelamin pria, dan terdapat hubungan antara waktu aktivitas dengan waktu perjalanan berdasarkan jenis kelamin wanita.

Tabel 5 Hasil Analisis Hubungan Antara Waktu Aktivitas Dengan Waktu Perjalanan Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	N	Korelasi Pearson	Tingkat Signifikansi	Ha
Pria	82	-0,606	0,000	Diterima
Wanita	18	-0,982	0,000	Diterima

Analisis hubungan waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis hari pekerja, dilakukan analisis hubungan dengan menggunakan angka korelasi pearson dan signifikansi dengan tingkat kepercayaan 5% (0,05). hipotesis yang di analisis adalah ;

Ho: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis hari pekerja.

Ha: Terdapat hubungan yang signifikan antara waktu perjalanan dengan waktu aktivitas berdasarkan jenis hari pekerja.

Hasil analisis hubungan antara waktu aktivitas dan waktu perjalanan dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil analisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan pada akhir pekan menunjukkan signifikansi yang lebih besar dari tingkat kepercayaan (0,05) yang berarti  $H_a$  ditolak atau  $H_0$  diterima. Hasil analisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan pada hari kerja menunjukkan signifikansi yang lebih kecil dari tingkat kepercayaan (0,05) yang berarti  $H_a$  diterima atau  $H_0$  ditolak. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah tidak terdapat hubungan antara waktu aktivitas dengan waktu perjalanan pada akhir pekan, dan terdapat hubungan antara waktu aktivitas dengan waktu perjalanan pada hari kerja.

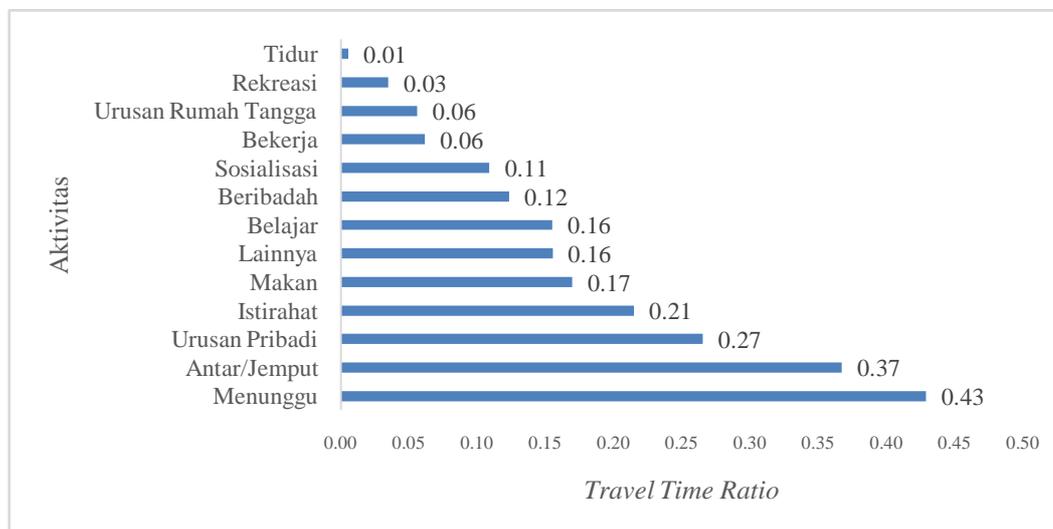
**Tabel 6** Hasil Analisis Hubungan Antara Waktu Aktivitas Dengan Waktu Perjalanan Berdasarkan Jenis Hari

Jenis Hari	N	Korelasi Pearson	Tingkat Signifikansi	$H_a$
Akhir Pekan	27	-0,429	0,25	Ditolak
Hari Kerja	73	-0,702	0,00	Diterima

### Rasio Waktu Perjalanan

Rasio waktu perjalanan (*travel time ratio*) merupakan hasil perhitungan waktu perjalanan dibagi dengan jumlah waktu perjalanan dengan waktu aktivitas. Setelah menganalisis hubungan waktu aktivitas dan waktu perjalanan, maka dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui nilai *travel time ratio* berdasarkan tipe aktivitas.

Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa nilai *travel time ratio* pada aktivitas menunggu dan antar atau jemput menunjukkan nilai ratio yang lebih tinggi. Nilai *travel time ratio* pada aktivitas tidur, rekreasi dan urusan rumah tangga menunjukkan nilai yang lebih rendah.



**Gambar 3** Travel Time Ratio

*Travel time ratio* akan di analisis dengan menggunakan uji statistik *T-test*. Variabel yang akan dibandingkan adalah jenis kelamin. Hasil analisis *travel time ratio* berdasarkan jenis kelamin menunjukkan  $t$  hitung lebih kecil dari pada  $t$  tabel maka pengujian menunjukkan  $H_a$  ditolak atau  $H_0$  diterima. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah *travel time ratio* berdasarkan jenis kelamin tidak memiliki perbedaan. Hasil analisis perbandingan *travel time ratio* pekerja berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Hasil Analisis Perbandingan Travel Time Ratio Pekerja Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	df	t-hitung	t-tabel
Pria	24	0,730	2,064
Wanita			

Variabel yang akan dibandingkan selanjutnya adalah jenis hari. Hasil analisis *travel time ratio* berdasarkan jenis hari menunjukkan t hitung lebih kecil dari pada t tabel maka pengujian menunjukkan  $H_a$  ditolak atau  $H_0$  diterima. Kesimpulan dari hasil analisis tersebut adalah *travel time ratio* berdasarkan jenis hari tidak memiliki perbedaan. Hasil analisis perbandingan *travel time ratio* pekerja berdasarkan jenis hari dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8** Hasil Analisis Perbandingan Travel Time Ratio Pekerja Berdasarkan Jenis Hari

Jenis Hari	df	t-hitung	t-tabel
Akhir Pekan	24	1,205	2,064
Hari Kerja			

## KESIMPULAN

Studi ini mengeksplorasi hubungan waktu perjalanan dengan durasi aktivitas. Analisis didasarkan pada data perjalanan pelaku perjalanan. Pelaku perjalanan adalah para pekerja yang menggunakan sepeda motor. Data diperoleh melalui survei menggunakan catatan harian selama dua hari, dimana masing-masing mencatat 24 jam aktivitas.

Analisis menunjukkan bahwa durasi aktivitas memiliki rata-rata alokasi waktu lebih tinggi dibandingkan waktu perjalanan. Rata-rata durasi aktivitas *maintenance* pada jenis kelamin wanita nampak lebih lebih besar dibanding dengan jenis kelamin pria. Rata-rata durasi aktivitas pada hari kerja durasi rata-rata aktivitas *maintenance* lebih lebih besar dibanding pada akhir pekan.

Analisis hubungan antara durasi aktivitas dan waktu perjalanan menunjukkan bahwa terdapat hubungan, baik pada hari kerja, dan jenis kelamin pria dan wanita. Analisis menemukan bahwa pada akhir pekan didapat bahwa waktu aktivitas dan waktu perjalanan tidak memiliki hubungan yang signifikan.

Studi ini juga memperhitungkan rasio waktu perjalanan. Analisis menemukan bahwa nilai *travel time ratio* tidak memiliki perbedaan, baik pada jenis hari dan jenis kelamin.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui program Hibah Bersaing tahun 2013. Penghargaan juga disampaikan pada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan studi ini.

## **REFERENSI**

- Bhat, C.R., and Singh, S.K., (2000), A Comprehensive Daily Activity-Travel Generation Model System for Workers, University of Texas, Austin, University of Massachusetts, Amherst
- Bhat, C.R., (2001), Modeling the Commute Activity-Travel Pattern of Workers: Formulation and Empirical Analysis, University of Texas, Austin
- Brunow, S., and Grunder, M., (2012), The impact of activity chaining on the duration of daily activities, Institute for Employment Research.
- Curtis, C., and Perkins, T., (2006), Travel Behaviour, Department of Urban and Regional Planning, Curtin University.
- Guiliano, G., and Narayan, D., (2003), As above an exploration of relationship between landuse patterns and individual mobility, Nationwide Personal Transportation Survey, America, and National Transport Survey, England.
- Hadi, P.L. and Joewono, T.B. (2014) Pengembangan Metode Pengumpulan Data Perjalanan Berbasis Aktivitas dan Lokasi, the 17<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, Jember University, 22-24 August (in review).
- Iragaël, J. (2007), The role of travel times representation of demand derived from activity participation, Transport Institute, University of Lyon.
- Iragaël, J. (2011), Test of travel times representations of demand derived from activity participation1, Grenoble Polytechnics Institute.
- Joewono, T.B. and Santoso, D.S. (2012) Pemodelan perilaku pelaku perjalanan di perkotaan berbasis aktivitas, Laporan Akhir Hibah Bersaing Tahun Kedua , Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Bandung.
- McGuckin, N. and Nakamoto, Y. (2007) Using NHTS to Estimate Activity Patterns, Planning Applications Conference.
- Pendyala, R.M., Goulias, K.G., Kitamura, R., (1992), Impact of Telecommuting on Spatial and Temporal Patterns of Household Travel, Transportation Centre, The University of California, Davis.
- Primerano, F., Taylor, M.A.P., Pitaksringkarn, L., Tisato, P., (2007), Defining and understanding trip chaining behaviour, Policy and Planning Agency, South Australian Department for Transport, Energy and Infrastructure.
- Susilo, Y.O., and Dijst, M., (2010), Behavioural decisions of travel-time ratios for work, maintenance and leisure activities in the Netherlands, Transportation Planning and Technology, 33:1, 19-34
- Ye, X., Pendyala, R.M., Yang, X., and Ding, W., (2008), Exploring activity-travel patterns in Xiamen, China, Department of Civil and Environmental Engineering, University of South Florida, America, and Traffic and Transportation School, Tongji University.

## PELECEHAN SEKSUAL DI ANGKUTAN KRL EKONOMI DARI PERSPEKTIF PELAKU

**Annisa Karliana**

Faculty of Psychology  
Universitas Gunadarma  
Jln. Margonda Raya 100, Pondokcina,  
Depok, 16424  
Telp: (021) 78881112  
[annisaa.karliana@facebook.com](mailto:annisaa.karliana@facebook.com)

**Hendro Prabowo**

Lecturer  
Faculty of Psychology  
Universitas Gunadarma  
Jln. Margonda Raya 100, Pondokcina,  
Depok, 16424  
Telp: (021) 78881112  
[ndrahu@yahoo.com](mailto:ndrahu@yahoo.com)

### Abstract

This paper presents the results of a qualitative research in type of case study about sexual harassment in the kereta KRL Ekonomi (Economics Electric Railway train) based on an actor's perspective. Two students were the subject of research, namely A and B, both were the actor of sexual harassment in the KRL Ekonomi. Both were passenger of Bogor – Depok route of the train. The results showed that A did so by starring up the victim's body, while B did by rubbing his body parts on the victim. In the act, A was not concerned with the situation in the train, while B saw the situation first before doing the action.

**Keywords:** *sexual harassment, actor, Electric Railway train*

### Abstrak

Makalah ini menyajikan hasil penelitian kualitatif jenis studi kasus (*case study*) tentang pelecehan seksual di KRL Ekonomi berdasarkan perspektif pelaku. Dua orang mahasiswa yang dijadikan subjek penelitian yaitu A dan B adalah pelaku pelecehan seksual di KRL Ekonomi. Keduanya adalah pengguna KRL Ekonomi jurusan Bogor – Depok. Hasilnya menunjukkan bahwa A melakukannya dengan cara memandangi tubuh korbannya, sementara B melakukannya dengan cara menggesek-gesekkan bagian tubuhnya pada korbannya. Saat melakukan aksinya, A tidak peduli dengan situasi di dalam kereta api, sementara B melihat situasi terlebih dahulu sebelum melakukannya aksinya.

**Kata Kunci:** *Pelecehan Seksual, Pelaku, Kereta Listrik*

## PENDAHULUAN

Sarana transportasi massal seperti Kereta Listrik (KRL) merupakan primadona bagi sebagian besar warga ibukota dalam mendukung usaha pemenuhan kebutuhan transportasi. Sayangnya, pelayanan angkutan tersebut masih mengabaikan keselamatan, moral dan etika penumpangnya. Ratusan ribu warga Ibukota Jakarta, Bekasi, Bogor, Depok dan Tangerang setiap hari menggunakan jasa KRL, karena selain memang murah, penumpang yang sebagian besar karyawan, mahasiswa dan pelajar bisa mencapai tujuan dengan lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan angkutan umum lainnya. Selain itu lokasi stasiun pemberhentiannya berada di jantung kota yang mudah dijangkau oleh penumpang. Hal ini yang menjadi alasan mengapa para penumpang rela berdesak-desakan saat berada di atas KRL Ekonomi, namun situasi ini sekaligus juga dimanfaatkan oleh para pelaku pelecehan seksual untuk melakukan aksinya kepada penumpang.

Banyak penumpang wanita terutama mahasiswi kerap kali menjadi korban pelecehan seksual. Hal ini disebabkan dalam masyarakat muncul pandangan bahwa perempuan adalah objek seks yang fungsi utamanya adalah untuk melayani laki-laki. Karena dicitrakan sebagai objek seks, persepsi bahwa perempuan harus tampil dan berperilaku sebagai objek seks adalah suatu keharusan. Perempuan harus tampil dengan menonjolkan

daya tarik seksualnya, harus bersedia mengalami pelecehan seksual dan memaklumi perilaku agresif seksual laki-laki.

Pelecehan seksual secara menurut Utamadi (2001) adalah segala macam bentuk perilaku yang berkonotasi atau mengarah kepada hal-hal seksual yang dilakukan secara sepihak dan tidak diharapkan oleh orang yang menjadi sasaran, sehingga menimbulkan reaksi negatif seperti malu, marah, benci, tersinggung dan sebagainya pada diri individu yang menjadi korban pelecehan tersebut. Sementara menurut Matlin (1987) pelecehan seksual adalah suatu perbuatan yang dilakukan seseorang kepada orang lain dengan cara memaksa atau sembunyi-sembunyi untuk mendapatkan kepuasan secara seksual.

Pengertian di atas tidak jauh berbeda dengan yang dikemukakan oleh Lahey (2006), yang mengatakan bahwa pelecehan seksual ditandai dengan adanya perilaku seksual yang tidak diinginkan yang dilakukan oleh pelaku, komentar seksual dan segala bentuk perilaku seksual yang dirasakan sangat mengancam dan memaksa orang lain.

Tangri, Burt, dan Johnson (dalam Wall, 1992) menjelaskan tiga faktor penyebab pelecehan seksual, dua di antaranya adalah faktor natural atau biologis dan faktor sosial budaya.

#### 1. Faktor Natural atau Biologis

Faktor natural atau biologis memiliki asumsi bahwa laki-laki memiliki dorongan seksual yang lebih besar dibandingkan perempuan, sehingga laki-laki yang cenderung melakukan tindakan terhadap perempuan. Pada faktor ini diasumsikan bahwa laki-laki dan perempuan sama-sama mempunyai rasa ketertarikan yang besar satu sama lain. Oleh karena itu reaksi yang diharapkan muncul pada perempuan adalah perasaan tersanjung atau minimal tidak merasa terganggu oleh tindakan tersebut. Namun pada kenyataannya, korban pelecehan merasa terhina dan dilecehkan oleh pelaku pelecehan seksual.

#### 2. Faktor Sosial Budaya

Pada faktor ini dijelaskan bahwa pelecehan seksual adalah manifestasi dari sistem patriakal dimana laki-laki dianggap lebih berkuasa dan dimana keyakinan dalam masyarakat mendukung anggapan tersebut. Selama ini masyarakat cenderung memberikan *reward* pada laki-laki untuk perilaku seksual yang bersifat agresif dan mendominasi, sedangkan perempuan diharapkan untuk bertindak lebih pasif dan pasrah. Masing-masing jenis kelamin diharapkan untuk berperilaku sesuai dengan peran yang telah ditentukan tersebut.

Pelecehan seksual terjadi selama dalam perjalanan dan dilakukan penumpang laki-laki terhadap perempuan. Biasanya pelaku melakukan aksi pelecehan seksual di saat penumpang kereta berdesakan dan pada posisi berdiri. Di tempat keramaian pun, pelaku pelecehan seksual di KRL memulainya dengan membuka resleting celana dan menurunkan celana dalam miliknya, lalu dengan mudahnya mereka menggesek-gesekkan alat kelaminnya ke penumpang wanita yang sama-sama berdiri. Menurut Papu (2002) memakai baju yang menampilkan lekuk tubuh, memakai pakaian yang minim dan cara bicara yang mendesah secara tidak disadari dapat mengundang terjadinya pelecehan seksual. Pelaku seperti orang tidak sadar saat sedang melancarkan aksinya. Mahasiswi yang menjadi korban pelecehan seksual ada yang menyadari, tetapi ada pula tidak mengerti kalau dirinya tengah dijadikan sasaran pelaku pelecehan seksual. Selama dalam perjalanan sang pelaku terus berupaya menjalankan aksinya kepada korban, yang ditandai dengan adanya perilaku seksual yang dilakukan oleh pelaku namun tidak diinginkan oleh korban, berupa komentar seksual dan segala bentuk perilaku seksual yang dirasakan sangat mengancam dan

memaksa (Lahey, 2004). Para korban berusaha menghindari namun pelaku terus mendekatinya sampai pelaku puas dan akhirnya mengalami ejakulasi.

Menurut MacKinnon (1979) timbulnya tindak pelecehan seksual di angkutan umum menurut beberapa ahli disebabkan oleh adanya daya tarik seksual yang dialami oleh dua jenis kelamin yang berbeda ditambah lagi dengan perilaku wanita itu sendiri yang secara tidak disadari telah mengundang terjadinya pelecehan seksual. Pelecehan seksual mencakup komentar-komentar seksual, ajakan, gerakan, kontak fisik, atau permintaan langsung untuk memperoleh keuntungan seksual yang tidak dikehendaki.

Imran (1998) memaparkan adanya bentuk-bentuk pelecehan seksual antara lain:

1. Menggodanya atau menarik perhatian lawan jenis dengan siulan.
2. Menceritakan lelucon jorok atau kotor pada seseorang yang merasakan sebagai merendahkan martabat.
3. Mempertunjukkan atau memasang gambar-gambar porno berupa kalender, majalah atau buku bergambar porno kepada orang yang tidak menyukainya.
4. Bertanya atau menginterogasi seseorang atau bawahannya mengenai kehidupan pribadi atau kehidupan seksualnya.
5. Memberikan komentar yang tidak senonoh pada penampilan, pakaian atau gaya seseorang.
6. Terus-menerus mengajak kencan seseorang yang jelas-jelas tidak mau.
7. Berkomentar yang merendahkan atas dasar *stereotype gender* (misalnya: dia tidak mungkin akan sanggup memimpin aksi ini karena dia seorang perempuan).
8. Menggerakkan tangan atau tubuh secara tidak sopan kepada seseorang.
9. Memandangi atau mengerling kepada seseorang tanpa dikehendaki.
10. Menyentuh, menyubit dan menepuk tanpa dikehendaki.
11. Mengamat-amati tubuh seseorang secara berlebihan tanpa dikehendaki.
12. Mencium dan memeluk seseorang yang tidak menyukai pelukan tersebut.
13. Meminta imbalan seseorang atas pekerjaan, kondisi kerja yang baik atau supaya tidak dikeluarkan dari pekerjaan.
14. Perbuatan yang tidak senonoh yakni memamerkan tubuh telanjang atau alat kelamin pada seseorang yang terhina karenanya.
15. Telepon atau surat cabul.
16. Mengganggu fisik maupun serangan seksual atau perkosaan.

Adapun bentuk-bentuk pelecehan seksual menurut Kusmana (2005) digolongkan ke dalam tiga bentuk yaitu:

1. Bentuk visual, yaitu pandangan atau tatapan yang penuh nafsu.
2. Bentuk verbal, berupa olok-olok, gurauan, pernyataan atau pertanyaan yang bersifat seksual dan tidak diinginkan, surat-surat, telepon dan benda-benda yang bersifat seksual yang tidak diinginkan, desakan untuk berkencan.
3. Bentuk fisik, berupa perkosaan, baik yang masih berupa percobaan maupun yang sudah merupakan tindakan yang nyata, sentuhan, sandaran, penyudutan atau cubitan yang tidak diinginkan, gerakan-gerakan yang bersifat seksual dan tidak diinginkan.

Tangri dkk (dalam Wall, 1992) menemukan dan mengelompokkan lima macam respon yang ditampilkan perempuan korban pelecehan seksual yaitu:

1. Menuruti atau menyetujui.
2. Menuruti atau menyetujui karena takut akan pembalasan.
3. Mengambil tindakan formal terhadap pelaku pelecehan seksual, misalnya melaporkan pada pihak berwenang, menyatakan penolakan langsung pada pelaku.

4. Menghindari pelaku.
5. Mengabaikan atau tidak berbuat apa-apa.

Sementara, beberapa dampak pelecehan seksual di antaranya adalah:

1. Dampak psikologis, antara lain menurunnya harga diri, menurunnya kepercayaan diri, depresi, kecemasan, ketakutan terhadap perkosaan, meningkatnya ketakutan terhadap tindakan-tindakan kriminal lainnya, rasa tidak percaya, merasa terasing, mudah marah, penyalahgunaan zat adiktif, merasa marah pada si peleceh, namun merasa ragu-ragu untuk melaporkan si peleceh, adanya bayangan masa lalu, hilangnya rasa emosi (O'Donohue, 1997), mempengaruhi hubungan wanita dengan pria lain (Gutek dalam Fitzgerald, 1997), perasaan terhina, terancam dan tidak berdaya (Renzelti dan Curran, 1989), menurunnya motivasi dan produktifitas kerja (Betz dan Fitzgerald, 1987), dan mudah marah (Renzelti dan Curran, 1989).
2. Dampak perilaku, antara lain gangguan tidur, gangguan makan, dan kecenderungan bunuh diri, (MacKinnon, 1984)
3. Dampak fisik, antara lain: sakit kepala, gangguan pencernaan (perut), rasa mual, menurun atau bertambahnya berat badan, memanggil tanpa sebab yang jelas (Mac Kinnon, 1984), dan nyeri tulang belakang (Renzelti dan Curran, 1989).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk pelecehan seksual yang dilakukan oleh pelaku pelecehan seksual, situasi ketika pelecehan seksual terjadi, ciri-ciri korban dan dampak psikologis pada pelaku.

## **METODE**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan penelitian kualitatif dengan jenis studi kasus (*case study*). Subjek penelitian adalah dua orang laki-laki (A dan B) yang pernah melakukan pelecehan seksual atau pelaku pelecehan seksual di KRL Ekonomi. Subjek penelitian adalah informan yang memberikan data penelitian melalui wawancara. Pemilihan keduanya diasumsikan bahwa kedua subyek penelitian tersebut adalah aktor dalam tema penelitian. Selain itu, kedua subjek dipilih berdasarkan kesediaannya untuk membuka diri berkaitan dengan tema penelitian.

Kedua subjek adalah mahasiswa berusia 23 tahun dan pengguna KRL Ekonomi jurusan Bogor – Depok. A menggunakan KRL lima hari per minggu dan B tiga hari per minggu. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan dan wawancara.

Tiga macam teknik analisis data dalam penelitian ini adalah: pertama, koding yaitu mengorganisasikan dan mensistematisasikan data secara lengkap dan mendetail sehingga dapat memunculkan gambar-gambar tentang topik yang dipelajari. Kedua, analisis deret waktu (Yin, 2004). Ketiga, analisis antar-kasus, yang bertujuan untuk menangkap persamaan dan perbedaan antara hasil penelitian pada subjek pertama dengan subjek kedua, menyimpulkan hal-hal umum dan memberikan perhatian pada hal-hal khusus (Poerwandari, 1998).

## **HASIL PENELITIAN**

Ada perbedaan bentuk pelecehan seksual yang dilakukan kedua subjek. A melakukannya dengan berpura-pura duduk dan mendekati korban, lalu memandangi tubuh korban. Jika korban merespon tindakannya, maka A akan mengajaknya ngobrol. ”.. *diem aja awalnya*

*tapi pas gue lihat ada mahasiswi yang oke dilihat, good looking lah.. Ee gue langsung pura-pura duduk apa berdiri gitu dekat cewek itu.. Terus gue lihatin deh tuh cewek.. Kalo tuh cewek ngerespon ya gue ajak aja ngobrol basa-basi gitu.. Kalo nggak respon ya udah gue lihatin aja badannya.., apalagi kalau tuh cewek pakai kemeja yang kancingnya kebuka sampai dada..”*

Perasaan yang dialami A setelah melakukan pelecehan seksual tersebut adalah kepuasan dan kesenangan. *”Ada rasa kepuasan tersendiri aja buat gue ngelakuin kayak gitu.. kalau ceweknya welcome gitu sama gue, gue ngerasa puas banget soalnya apa yang gue lakuin ada hasilnya gitu.. Tapi kalau nggak ngerespon yaa puas juga kan udah ngeliatin badannya..”* Atas tindakannya tersebut, A tidak peduli apa yang dilakukannya diatas KRL Ekonomi baik pada korban maupun penumpang lainnya. *”.. Ini kan buat kepuasan gue sendiri jadi gue nggak peduli orang mau mikir apa kek tentang gue..”*

B melakukan pelecehan seksual dengan cara menatap korbannya lalu diikuti dengan cara menggesek-gesekan alat kelaminnya kepada korban. *”.. Gue lihat dulu ceweknya habis itu cari posisi dah, kalau udah pas baru deh gue gesek-gesekin itu gue..”* Setelah melakukan pelecehan seksual pada korbannya, B merasa puas. *“Hmm apa yaa.. Ada kepuasan tersendiri aja.. Yaa enak aja gitu lah ngelakuin itu....”* Berbeda dengan A yang tidak peduli dengan perbuatannya, B memperhatikan lingkungan sekitarnya saat melakukan pelecehan seksual pada korbannya. *” Yaa tergantung situasi dan kondisi.. Kalau keadaan memungkinkan yaa hajar, kalau enggak bisa-bisa gue yang dihajar...”*

Motif yang ada di dalam diri pelaku dan ciri-ciri fisik korban adalah dua hal yang bertemu dalam fenomena pelecehan seksual. A menuturkan bahwa wanita yang tinggi, menggunakan baju ketat dan menunjukkan lekuk tubuh yang menjadi incarannya. *”.. Biasanya itu yaa... Standar kecantikan wanita deh.. Pokoknya yang tinggi, putih and mereka tuh pakai pakaian yang seksi gitu.. Biasanya mahasiswi sekarang kan pada berani-berani tuh gayanya.. Yang bajunya ketat-ketat lah.. Apalagi yang kancing kemejanya yang dibuka sampe dadanya keliatan gitu lah.. Pokoknya yang menunjukkan lekuk-lekuk badannya deh..”* Selain itu, rangsangan parfum pada korban juga menjadi daya tarik bagi A. *Nah kalau sama cewek wangi tuh baru.. Nggak oke juga kan kalau pas dideketin bau badan..”*

Bagi A, pelecehan seksual yang dilakukannya semula diawali oleh rasa penasaran dan setelah diperbuat menjadikannya ketagihan. *”..Sebelumnya penasaran gitu, pas udah yaa puas pastinya.. udah bisa ngelakuin hal tersebut..”.... Ee mungkin karena gue sudah terjerumus kali ya.. Jadi nagih lagi dan lagi gitu..”*

Sementara B secara lebih spesifik memilih mahasiswi baru yang berwajah cantik, seksi dan masih lugu yang menjadi incarannya. *”Gue sukanya mahasiswi.. Apalagi mahasiswi baru tuh.. Pada cantik, bodynya semok terus tampangnya pada lugu-lugu lagi.. Jadi makin gregetan gue...”* Serupa dengan A, B melakukan pelecehan seksual ini sudah menjadi kebiasaan dan kecanduan. *”Kayak udah jadi kebiasaan gitu buat gue.. Semacam addict gitu..”*

Bagi kedua pelaku, perilaku pelecehan seksual yang mereka lakukan tidak selamanya menyenangkan baginya. Bagi A adakalanya korban tidak menyadari, merasa senang dan memarahi serta menjauhinya. *”Ada yang nggak ngeh, ada yang seneng-seneng aja, ada juga yang langsung ngejutekin gue terus pergi gitu aja.. Mungkin nyadar kali mau gue isengin, makanya langsung cabut dia..”*

Bagi B, kebanyakan korbannya tidak menyadari karena padatnya penumpang dan jika korban menyadari, korban melakukan perlawanan secara fisik dan non verbal. *”Rata-rata*

*sih enggak nyadar.. Gara-gara padet juga kali.. Boro-boro nyadar, bergerak aja susah, nafas aja rebutan.. Tapi waktu itu pernah ada yang nyadar juga sih.. Dia langsung nyikut dada gue terus ngeliatin muka gue sambil melotot-melotot..*

## **KESIMPULAN**

Bentuk pelecehan seksual yang dilakukan Subjek A melakukan adalah dengan cara sembunyi-sembunyi mendekati korban yang sedang berada di dalam KRL Ekonomi lalu memandang ke arah tubuh korban. Subjek A merasakan kepuasan dan kesenangan saat melakukan pelecehan seksual dan tidak peduli dengan lingkungan sekitar saat melakukan aksinya. Subjek B melakukan pelecehan seksual dengan cara menggesek-gesekkan alat kelamin subjek ke tubuh korban yang sedang berada di dalam KRL Ekonomi. Subjek B merasakan kepuasan saat melakukan pelecehan seksual namun subjek tetap memperhatikan lingkungan sekitar saat melakukan pelecehan seksual pada korban pengguna KRL Ekonomi.

Berkaitan dengan ciri-ciri korban, Subjek A memilih karakteristik tertentu dalam menentukan korban pelecehan seksualnya. Biasanya subjek memilih mahasiswi yang secara fisik cantik dan memakai pakaian yang seksi. Sementara Subjek B memilih mahasiswi sebagai korban yang secara fisik cantik, memiliki wajah yang lucu dan tubuh yang seksi.

Secara psikologis, semula subjek A merasa penasaran untuk melakukan pelecehan seksual dan setelah melakukan, ia merasa ketagihan untuk melakukan pelecehan seksual kembali. Sementara Subjek B hanya mengaku ketagihan saja. Ada beberapa reaksi korban yang diakibatkan oleh aksi yang dilakukan subjek A yaitu tidak menyadari sedang dijadikan objek dan marah jika sebaliknya menyadarinya. Sementara reaksi korban yang diakibatkan oleh subjek B dalam melakukan aksinya tidak menyadari dan melawan.

## **REFERENSI**

- Fitzgerald, L. F. (1993). Sexual harassment: Violence against women in the workplace. *American Psychologist*, 48(10), 1070.
- Fitzgerald, L. F., & Betz, N. E. (1994). *Career development in cultural context: The role of gender, race, class, and sexual orientation*. New York: MJF Books.
- Imran, I. 1998. Perkembangan Seksualitas Remaja. Bandung: PKBI Jawa Barat.
- Kusmana, G. (2005). Pelecehan seksual di tempat kerja (kondisi di Indonesia) dan cara mengatasinya. *Online: www.nakertrans.go.id*.
- Lahey, K. A. (1999). *Are We 'persons' Yet?: Law and Sexuality in Canada*. University of Toronto Press.
- MacKinnon, C. A. (1979). *Sexual harassment of working women: A case of sex discrimination* (No. 19). Yale University Press.
- Matlin, M. W. (2011). *The psychology of women*. Stamford: Cengage Learning.
- O'Donohue, W. T. (Ed.). (1997). *Sexual harassment: Theory, research, and treatment*. Boston: Allyn and Bacon.
- Papu, J. (2002). Pelecehan Seksual Di Tempat Kerja. *www.team psikologi. com*.

- Poerwandari, E. K. (1998). Pendekatan kualitatif dalam penelitian psikologi. Lembaga Pengembangan Sarana Pengukuran dan Pendidikan Psikologi, Fakultas Psikologi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Utamadi, G. "Kekerasan Dalam Pacaran", *Harian Kompas*, 4 Mei 2001, hlm. 37.
- Wall, E. (Ed.). (1992). *Sexual harassment: Confrontations and decisions* (Vol. 92). New York. Prometheus Books.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (Vol. 5). New York: Sage Pub.

## DESKRIPSI AWAL PERJALANAN BERBASIS AKTIVITAS PADA PEGAWAI PENGGUNA SEPEDA MOTOR

**Tri Basuki Joewono**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
vtribas@unpar.ac.id

**Anggia Taghsya Nidi Hardiman Putri**  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung  
ataghnya@gmail.com

### Abstract

Study about behaviors of traveler who used motorcycle are very limited in developing countries, especially using activity based approach. This kind of analysis is useful in developing strategy to handle the usage of motorcycle in Indonesia. This study aims to prepare data about travel and its related activities and to determine mandatory activities of workers. The result of this initial analysis found that duration of sleeping and working are two activities with the highest duration, while activities of waiting, studying, and delivery are three activities with the lowest duration.

**Keywords:** *activity, employee, trip, motor cycle.*

### Abstrak

Perilaku pelaku perjalanan yang menggunakan sepeda motor belum banyak dianalisis di negara sedang berkembang, khususnya menggunakan pendekatan berbasis aktivitas. Analisis ini bermanfaat untuk menyusun strategi penanganan penggunaan sepeda motor di Indonesia. Studi ini bertujuan menyiapkan data tentang perjalanan dan aktivitas yang terkait serta menentukan aktivitas wajib dari para pekerja. Hasil analisis awal menemukan bahwa durasi kegiatan tidur dan bekerja adalah dua kegiatan dengan durasi tertinggi, sedangkan kegiatan menunggu, belajar, dan antar jemput merupakan tiga kegiatan dengan durasi terpendek.

**Kata Kunci:** *aktivitas, pekerja, perjalanan, sepeda motor*

## PENDAHULUAN

Metode peramalan kebutuhan perjalanan telah berkembang dari awalnya berbasis zona, yang dikenal sebagai metode empat tahap dan berkembang menjadi berbasis individu. Generasi selanjutnya adalah peramalan kebutuhan perjalanan yang berbasis aktivitas. Diskusi perkembangan dapat ditemukan misalnya dalam Small and Winston, 1999; McNally, 2000ab; atau Jovicic, 2001.

Pendekatan berbasis aktivitas memiliki tujuan dasar untuk memperhitungkan keputusan-keputusan yang berkaitan dengan aktivitas yang mempengaruhi permintaan perjalanan. Keputusan tersebut terdiri atas suatu set yang saling berkaitan yang mencakup keputusan tentang apakah dilakukan, di mana, kapan, untuk berapa lama, dan dengan siapa melakukannya (Axhausen and Gärling, 1992). Kitamura (1996) menyatakan bahwa pendekatan berbasis aktivitas merupakan satu-satunya pendekatan yang menawarkan kerangka yang koheren untuk analisis kebijakan dan peramalan permintaan dengan rentang yang luas dari manajemen permintaan perjalanan (TDM) dan tindakan kebijakan lainnya untuk memperbaiki mobilitas dan mengurangi dampak lingkungan.

Analisis perjalanan berbasis aktivitas telah berkembang sangat pesat di negara maju, namun tidak demikian dengan yang ada di Indonesia. Joewono et al. (2007) menunjukkan perlunya pemodelan dengan menggunakan pendekatan aktivitas pelaku perjalanan. Studi yang mempelajari perjalanan berbasis aktivitas masih sangat jarang dilakukan di negara

sedang berkembang. Di antara yang sangat sedikit tersebut adalah Yagi and Mohammadian (2008) dan Joewono et al. (2013a).

Studi tentang perilaku perjalanan menghadapi tantangan di masa datang, yaitu dalam hal pemahaman tentang perilaku atau teori, pengujian hipotesis secara ilmiah menggunakan data empirik atau model ekonometrik, serta peramalan atau analisis kebijakan untuk aplikasi praktis (Miller, 2009). Hal ini menjadi lebih nyata untuk kasus di Indonesia, di mana ada fenomena unik berupa dominasi sepeda motor. Ada beberapa diskusi perkembangan sepeda motor di Indonesia yang telah dilakukan, misalnya salah satunya dilakukan oleh Joewono et al. (2013b).

Di sisi lain, pemahaman tentang pelaku perjalanan menjadi hal penting mengingat setiap kelompok pelaku memiliki keunikan aktivitasnya, misalnya perilaku perjalanan pegawai bank dengan jam kerja teratur pada suatu lokasi kantor yang tetap akan berbeda dengan perilaku seorang tenaga pemasaran yang harus berpergian sepanjang waktu. Salah satu kelompok pelaku perjalanan adalah kelompok pekerja (*workers*). Ada banyak studi yang telah mendalami perjalanan dari kelompok pekerja. Bhat and Singh (2000) mempelajari atribut pola perjalanan dan aktivitas yang dilakukan kelompok pekerja serta memodelkannya untuk hari kerja. Bhat (2001) meneliti kerangka kerja metodologi dalam menganalisis aktivitas dan pola perjalanan para pekerja pada saat perjalanan komuter di sore hari di Boston. Aguiléra (2008) mempelajari kebutuhan perjalanan untuk kegiatan bisnis serta mempelajari persepsi para pekerja dan perusahaan tentang mobilitas. Aguiléra (2009) mempelajari hubungan antara kerja dan perilaku perjalanan saat hari kerja yang dilakukan oleh para pekerja berdasar data perjalanan di kota Paris. Namun, studi yang mendalami perjalanan dan aktivitas yang dilakukan oleh kelompok pekerja di negara sedang berkembang, misalnya di Indonesia, belum banyak dilakukan.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, maka perilaku perjalanan yang dilakukan oleh kelompok pekerja, khususnya yang menggunakan sepeda motor, perlu dipelajari. Hal ini diharapkan dapat digunakan untuk menjadi masukan dalam penyusunan kebijakan pengelolaan permintaan perjalanan pengguna sepeda motor. Dengan latar belakang tersebut, maka studi ini bertujuan untuk mendeskripsikan pola perjalanan berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh responden yang berprofesi sebagai pekerja.

## **METODE**

Artikel ini melaporkan temuan lain dari studi yang dilakukan oleh Joewono dan Santoso (2013), dimana proses pengumpulan data telah dilaporkan dalam Hadi dan Joewono (2014). Secara ringkas dapat dijelaskan bahwa studi ini melibatkan responden yang berprofesi sebagai pekerja dan berasal dari berbagai perkantoran di kota Bandung sebanyak 50 orang. Responden yang terlibat dalam penelitian ini adalah mereka yang menyatakan bahwa moda utama yang digunakannya adalah sepeda motor.

Responden mencatat seluruh kegiatan dan perjalanannya selama 24 jam dalam kuesioner dalam bentuk catatan harian yang diberikan oleh surveyor. Kuesioner memuat pertanyaan tentang alamat, karakteristik sosial demografi, serta karakteristik aktivitas dan perjalanan responden. Peralatan GPS juga dipinjamkan kepada responden guna mencatat lokasi responden secara tepat selama melakukan aktivitas dan perjalanan. Data lokasi akan digunakan untuk analisis spasial dari aktivitas dan perjalanan responden. Penelitian ini dibantu oleh lima surveyor. Pelaksanaan survei dilakukan dari tanggal 3 Juli sampai dengan 6 Juli 2013 dan 19 Agustus 2013 sampai dengan 13 September 2013.

## DESKRIPSI DATA

### Karakteristik Sosio Demografi

Responden yang terlibat adalah berusia antara 17-29 tahun sebanyak 98% dan didominasi oleh pria (82%) (Tabel 1). Para responden berstatus lajang atau pernah menikah (58%). Para pegawai ini bekerja pada perusahaan swasta dengan proporsi 48%. Pendidikan tertinggi para responden adalah sarjana (64%).

Ada 56% responden yang memiliki penghasilan lebih dari Rp. 2.500.000 dan sisanya berpenghasilan kurang dari Rp. 2.500.000. Para responden tersebut termasuk kelas menengah. Sebanyak 50% responden memiliki SIM A dan C dan diikuti 44% responden hanya memiliki SIM C, sehingga 98% responden memiliki paling sedikit satu jenis SIM. Hal ini menunjukkan bahwa hampir seluruh pelaku memiliki kesempatan untuk mengendarai kendaraan bermotor.

Selain pendapatan, faktor yang diduga mempengaruhi pola perjalanan responden adalah jumlah anggota keluarga yang tidak dapat bepergian menggunakan kendaraan sendiri. Kondisi ini seringkali mempengaruhi pola perjalanan responden karena pelaku perjalanan harus mengantar atau menjemput anggota keluarga yang tidak dapat berkendara sendiri. Dalam kasus tersebut, jumlah dan jarak perjalanan mencakup perjalanan untuk keperluan diri sendiri dan juga perjalanan untuk keperluan anggota keluarga. Data menunjukkan bahwa 76% responden bertanggung jawab pada anggota keluarga lainnya dalam pelaksanaan perjalanannya. Profil lengkap para responden yang terlibat disajikan pada Tabel 1.

### Karakteristik Aktivitas Responden

Studi ini mencoba mencari informasi mengenai pola aktivitas responden selama dua hari survei tersebut. Dalam studi ini yang dimaksud dengan frekuensi adalah banyaknya pengulangan suatu kegiatan yang dilakukan oleh seorang responden dalam satu hari, sedangkan maksud dari rata-rata frekuensi adalah rata-rata banyaknya pengulangan kegiatan yang dilakukan oleh seorang responden dalam satu hari. Adapun jumlah aktivitas adalah banyaknya jenis aktivitas yang berbeda yang dilakukan oleh seorang responden dalam satu hari.

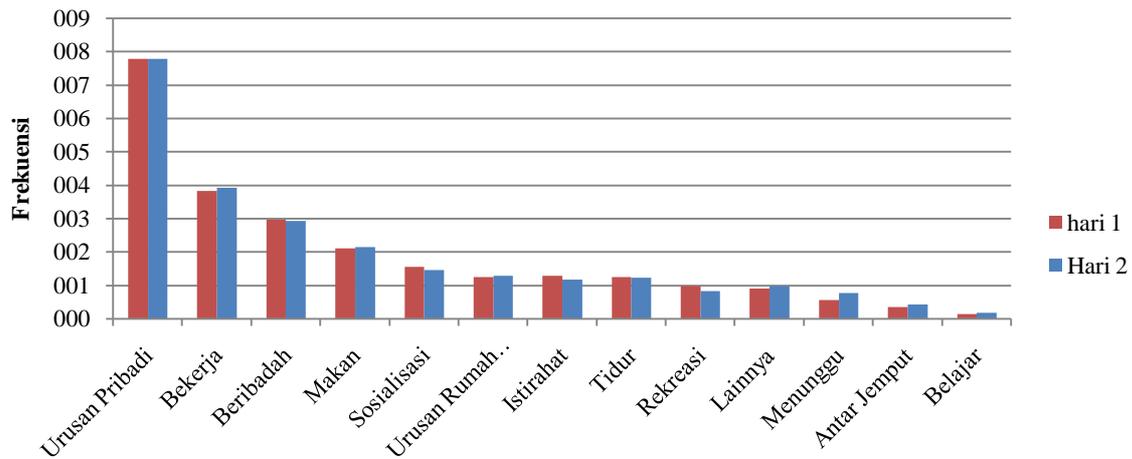
Pola frekuensi aktivitas responden pada kedua hari survei ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam satu hari, rata-rata responden melakukan 7,56 jenis aktivitas yang berbeda dan rata-rata melakukan 15,18 perjalanan perhari. Dapat dilihat pada gambar bahwa aktivitas dengan frekuensi terbanyak per hari pada hari pertama dan hari kedua adalah aktivitas pribadi. Data menunjukkan bahwa seseorang dalam sehari rata-rata mengulang 7,78 kali urusan pribadi. Sedangkan aktivitas dengan frekuensi terendah adalah aktivitas belajar (0,180 kali per hari). Hal ini menunjukkan bahwa para pelaku perjalanan lebih banyak melakukan aktivitas untuk keperluan pribadi pada tiap harinya.

Panjangnya durasi aktivitas dijelaskan dalam Gambar 2. Dari gambar dapat diketahui bahwa tidur memiliki durasi yang paling panjang (sekitar 7,5 jam) dan diikuti durasi bekerja (sekitar 6,2 jam). Kegiatan menunggu, belajar, dan antar jemput merupakan tiga kegiatan dengan durasi terpendek.

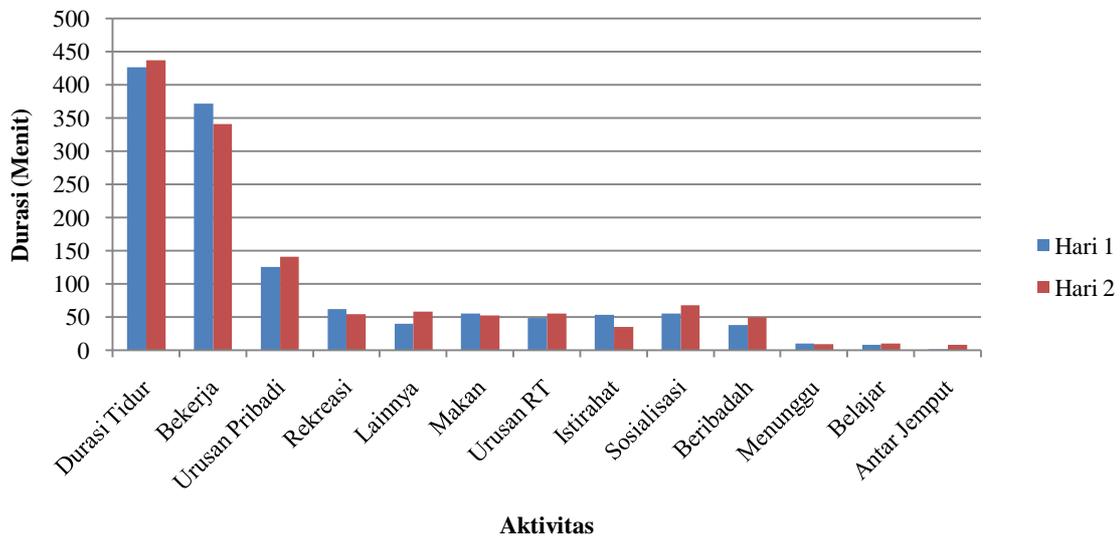
**Tabel 1** Kondisi Demografi Responden

		Jumlah (orang)	Proporsi (%)
Usia Responden	Kurang dari 17 tahun	1	2
	17-29 Tahun	49	98

		Jumlah (orang)	Proporsi (%)
Jenis Kelamin	Pria	41	82
	Wanita	9	18
Status Pernikahan	Belum Menikah	29	58
	Menikah	21	42
Pekerjaan	Pegawai Negeri Sipil	2	4
	Pegawai Swasta	24	48
	Profesional	3	6
	Wiraswasta	10	20
	Pekerjaan Lainnya	11	22
Kepemilikan SIM	SIM A	2	4
	SIM C	22	44
	SIM A dan SIM C	25	50
	Tidak Memiliki SIM	1	2
Pendidikan Terakhir	SD/SMP	0	0
	SMA/SMK	8	16
	Diploma	8	16
	Sarjana	32	64
	Pasca Sarjana	2	4
Penghasilan	≤Rp. 500.000	0	0
	Rp. 500.000 - Rp. 1.000.000	3	6
	Rp. 1.000.000 - Rp. 2.500.000	19	38
	Rp. 2.500.000 - Rp. 5.000.000	20	40
	Rp. 5.000.000 - Rp. 7.500.000	3	6
	≥Rp. 7.500.000	5	10
Jumlah Keluarga yang Tidak Dapat Bepergian Sendiri	0	12	24
	1 Orang	11	22
	2 Orang	14	28
	3 Orang	7	14
	4 Orang atau lebih	6	12



**Gambar 1.** Rata-Rata Frekuensi tiap Aktivitas per Hari Per Orang

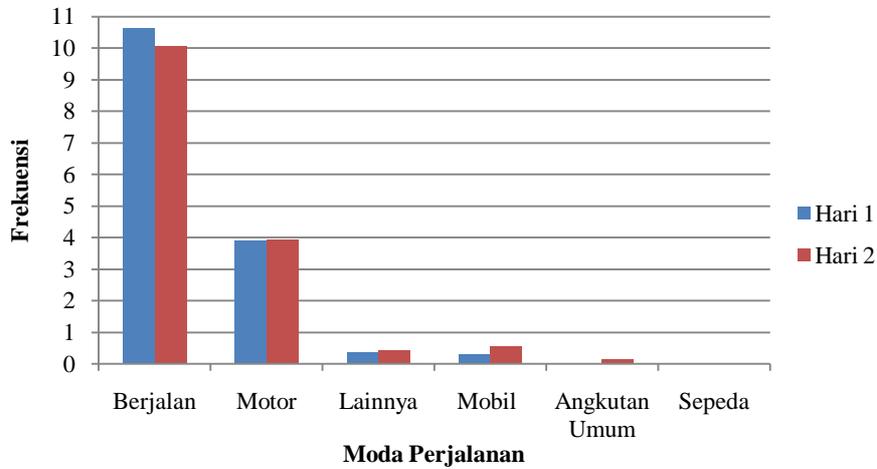


**Gambar 2.** Rata-Rata Durasi tiap Aktivitas Per Hari per Orang

Terjadinya aktivitas selalu diiringi oleh perjalanan. Responden akan melakukan perjalanan untuk dapat melakukan aktivitasnya. Walaupun responden telah menyatakan bahwa moda utamanya adalah sepeda motor. Namun dimungkinkan pula bahwa para responden menggunakan moda lain untuk pendukung kegiatannya dengan frekuensi yang lebih rendah atau waktu lebih sedikit. Dari kuesioner yang diisi oleh 50 responden tersebut didapatkan informasi bahwa para responden secara keseluruhan melakukan 195 perjalanan selama dua hari. Hal ini berarti seorang responden rata-rata melakukan 15,22 perjalanan pada hari pertama dan 15,14 perjalanan pada hari ke dua.

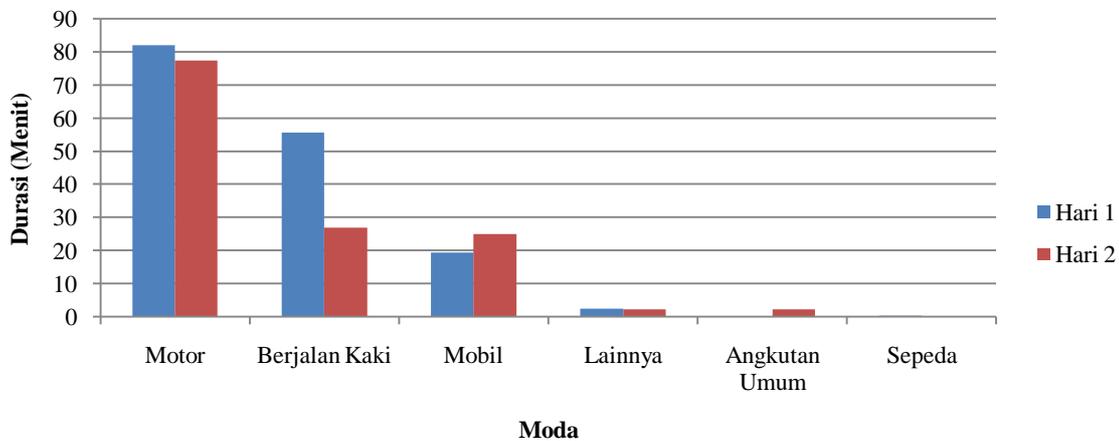
Gambar 3 menunjukkan frekuensi penggunaan moda, baik moda utama berupa sepeda motor ataupun moda pendukung lainnya, misalnya berjalan, mobil, angkutan umum, atau sepeda. Nampak bahwa berjalan kaki adalah moda yang paling sering digunakan dengan frekuensi sekitar 10 kali per hari. Adapun moda kedua terbanyak adalah sepeda motor. Hal ini menunjukkan bahwa sepeda motor menjadi moda utama para responden saat di luar rumah, sedangkan berjalan kaki adalah moda utama untuk kegiatan di dalam dan di luar

rumah. Dalam studi ini tidak ditemukan responden yang menggunakan angkutan umum pada hari pertama, atau moda sepeda pada hari kedua.



**Gambar 3.** Frekuensi Penggunaan Moda Utama dan Moda Pendukung

Data frekuensi tersebut selanjutnya dapat dihubungkan dengan durasi penggunaan moda tersebut. Gambar 4 menyajikan rata-rata durasi penggunaan moda. Pada gambar nampak bahwa sepeda motor digunakan dengan durasi terpanjang, yaitu sekitar 80 menit per hari. Walaupun berjalan kaki dilakukan dengan frekuensi tertinggi, namun durasi berjalan kaki per hari berada pada urutan kedua, yaitu sekitar 40 menit per hari.



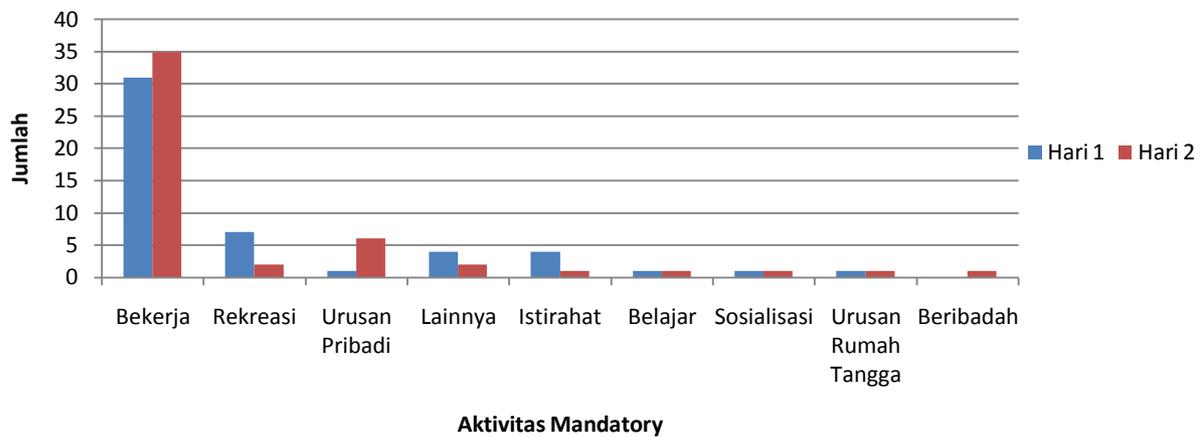
**Gambar 4.** Rata-rata Durasi Perjalanan per Hari per Orang menurut Moda

### Aktivitas Wajib

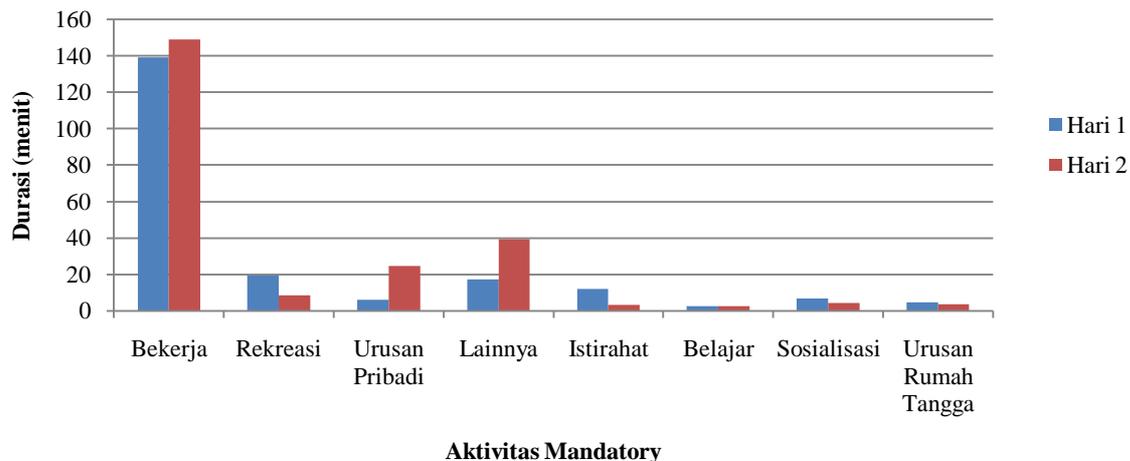
Aktivitas wajib (*mandatory activity*) dalam studi ini dipilih berdasarkan aturan durasi aktivitas terpanjang. Suatu kegiatan diklasifikasikan sebagai aktivitas wajib bila memiliki durasi aktivitas terpanjang di antara kegiatan-kegiatan pada hari terkait. Profil aktivitas wajib dari para responden ini dijelaskan pada Gambar 5. Dari gambar nampak bahwa bekerja adalah aktivitas wajib para pekerja di kedua hari survei.

Gambar 6 menunjukkan panjang atau durasi rata-rata pada saat melakukan aktivitas wajib tersebut. Nampak dalam Gambar 6 bahwa aktivitas wajib berupa bekerja memiliki durasi

yang jauh lebih panjang dan juga dilakukan paling sering dibanding aktivitas lainnya. Perbedaan nampak demikian besar bila dibandingkan dengan aktivitas wajib lainnya. Kegiatan dengan durasi kedua terpanjang adalah kegiatan lain-lain dengan durasi sekitar seperempat dari durasi bekerja.



**Gambar 5.** Distribusi Frekuensi Aktivitas Wajib seluruh Responden



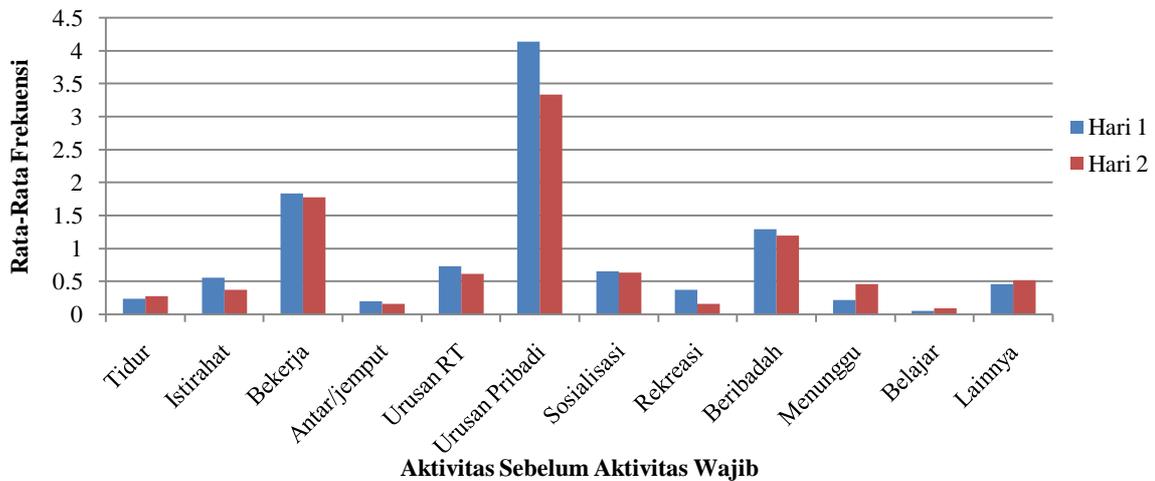
**Gambar 6.** Durasi Rata-Rata Aktivitas Wajib per Hari per Responden

### Aktivitas Sebelum dan Sesudah Aktivitas Wajib

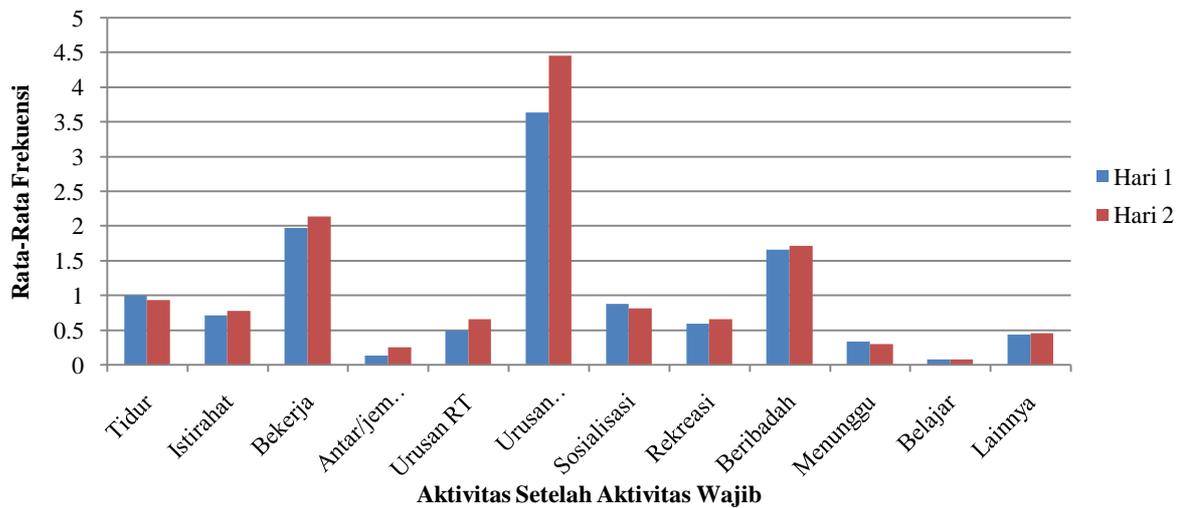
Untuk suatu aktivitas dengan durasi waktu terpanjang, umumnya terdapat kegiatan sebelum dan sesudah yang menyertainya. Kegiatan dengan durasi terpanjang tidak selalu terjadi di awal rangkaian kegiatan dalam sehari.

Gambar 7 menunjukkan rata-rata frekuensi aktivitas-aktivitas yang dilakukan sebelum aktivitas wajib, sedangkan Gambar 8 menjelaskan aktivitas setelah aktivitas wajib tiap harinya. Dapat dilihat bahwa urusan pribadi merupakan kegiatan tersering yang dilakukan sebelum melakukan aktivitas wajib, sedangkan aktivitas belajar adalah yang paling jarang diulang sebelum kegiatan wajib. Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa, baik pada hari pertama ataupun hari kedua, kegiatan yang berkaitan dengan urusan pribadi adalah yang paling sering dilakukan setelah aktivitas wajib. Adapun aktivitas belajar adalah yang paling

jarang. Kedua gambar menunjukkan bahwa aktivitas tersering dan terjarang, baik sebelum maupun sebelum aktivitas wajib, adalah sama.



**Gambar 7.** Rata-Rata Frekuensi Aktivitas Sebelum Aktivitas Wajib Per Hari



**Gambar 8.** Rata-Rata Frekuensi Aktivitas Setelah Aktivitas Wajib Per Hari

### Analisis Klasifikasi Silang

Berdasarkan data hasil studi selanjutnya dilakukan analisis klasifikasi silang pada aktivitas wajib menurut jenis kelamin responden. Hasil analisis untuk kedua hari disajikan pada Tabel 2. Pada tabel dapat diketahui bahwa kelompok responden pria memiliki lebih banyak jenis aktivitas wajib dibandingkan dengan kelompok responden wanita. Adapun untuk aktivitas wajib yang sama-sama dilakukan oleh pria dan wanita, kelompok wanita memiliki proporsi yang lebih banyak.

**Tabel 2.** Klasifikasi Silang Aktivitas Mandatory Terhadap Jenis Kelamin Responden

Jenis Kelamin	Proporsi (%)									Total
	Istirahat	Bekerja	Urusan Rumah Tangga	Urusan Pribadi	Sosialisasi	Rekreasi	Beribadah	Belajar	Lainnya	
Pria	4.9	63.4	1.2	7.3	2.4	8.5	1.2	2.4	8.5	100.0
Wanita	5.6	77.8	5.6	5.6	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	100.0
Total	4.9	63.4	1.2	7.3	2.4	8.5	1.2	2.4	8.5	100.0

Klasifikasi silang juga dilakukan untuk kelompok usia responden seperti ditunjukkan dalam Tabel 3. Dari tabel dapat diketahui bahwa pelaku perjalanan yang berusia 17-29 tahun memiliki variasi jenis kegiatan wajib yang lebih banyak. Adapun pelaku perjalanan yang berusia 40-49 menjadi kelompok yang memiliki proporsi kegiatan sosialisasi terbesar. Dapat dimengerti bahwa bekerja adalah kegiatan wajib di semua kelompok usia.

**Tabel 3.** Klasifikasi Silang Aktivitas Mandatory Terhadap Usia Responden

Usia Responden	Proporsi (%)									Total
	Istirahat	Bekerja	Urusan Rumah Tangga	Urusan Pribadi	Sosialisasi	Rekreasi	Beribadah	Belajar	Lainnya	
<17 tahun	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
17-29 tahun	4.2	65.3	0.0	8.3	1.4	8.3	1.4	2.8	8.3	100.0
30-39 tahun	4.5	72.7	9.1	4.5	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	100.0
40-49 tahun	0.0	50.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	25.0	100.0
Total	5.0	66.0	2.0	7.0	2.0	8.0	1.0	2.0	7.0	100.0

Analisis selanjutnya adalah mempelajari pengaruh jenis pekerjaan responden seperti disajikan pada Tabel 4. Nampak dalam tabel bahwa bekerja menjadi kegiatan wajib di semua kelompok jenis pekerjaan. Namun, temuan menarik terjadi pada para professional bahwa belajar juga menjadi kegiatan utama selain bekerja. Hal ini menunjukkan variasi penggunaan waktu untuk kelompok jenis pekerjaan.

**Tabel 4.** Klasifikasi Silang Aktivitas Mandatory Terhadap Pekerjaan Responden

Pekerjaan Responden	Proporsi (%)									Total
	Istirahat	Bekerja	Urusan Rumah Tangga	Urusan Pribadi	Sosialisasi	Rekreasi	Beribadah	Belajar	Lainnya	
PNS	0.0	50.0	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	100.0
Pegawai Swasta	4.3	71.7	2.2	2.2	0.0	13.0	0.0	2.2	4.3	100.0
Profesional	0.0	50.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	16.7	16.7	100.0
Wiraswasta	5.0	60.0	5.0	10.0	10.0	0.0	5.0	0.0	5.0	100.0
Lainnya	9.1	68.2	0.0	4.5	0.0	9.1	0.0	0.0	9.1	100.0
Total	5.0	66.0	2.0	7.0	2.0	8.0	1.0	2.0	7.0	100.0

## **RANGKUMAN**

Studi ini mempelajari aktivitas dan perjalanan yang dilakukan oleh para pekerja yang menggunakan moda utama berupa sepeda motor. Data diperoleh melalui aktivitas pengisian catatan harian yang dilengkapi dengan GPS. Analisis dilakukan terhadap perjalanan yang terkait dengan aktivitas yang dilakukan, baik untuk seluruh jenis kegiatan maupun untuk kegiatan wajib (mandatory).

Hasil studi menunjukkan bahwa para pelaku perjalanan lebih banyak melakukan aktivitas untuk keperluan pribadi pada tiap harinya. Dalam hal panjangnya durasi aktivitas ditemukan bahwa durasi tidur adalah yang paling panjang dan diikuti durasi bekerja. Durasi kegiatan tidur dan bekerja adalah dua kegiatan dengan durasi tertinggi, sedangkan kegiatan menunggu, belajar, dan antar jemput merupakan tiga kegiatan dengan durasi terpendek.

Studi ini menemukan bahwa berjalan kaki adalah moda yang paling sering digunakan. Adapun moda kedua terbanyak adalah sepeda motor. Hal ini menunjukkan bahwa sepeda motor memang benar moda utama para responden. Berjalan kaki merupakan moda utama dalam sehari untuk kegiatan di dalam maupun di luar rumah, sedangkan kegiatan di luar rumah didominasi oleh perjalanan menggunakan sepeda motor.

Aktivitas mandatory dalam studi ini dipilih berdasarkan aturan durasi aktivitas terpanjang. Dapat diketahui bahwa aktivitas mandatory terbanyak pada hari pertama dan kedua adalah bekerja. Bekerja memiliki durasi yang jauh lebih panjang dan juga dilakukan paling sering dibanding aktivitas lainnya. Perbedaan nampak demikian besar bila dibandingkan dengan aktivitas wajib lainnya.

Analisis lebih lanjut dimungkinkan dengan memanfaatkan temuan ini. Pemodelan yang mengintegrasikan kegiatan dan perjalanan menjadi sesuatu yang potensial untuk menjelaskan perilaku penggunaan sepeda motor para pekerja. Analisis lebih lanjut yang mengaitkan data lokasi akan memberi informasi lebih mendalam mengenai perilaku pengguna sepeda motor. Pengelolaan permintaan perjalanan kelompok ini akan dapat disusun lebih tepat berdasar informasi studi ini.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Sumber dana studi ini berasal dari Hibah Bersaing tahun kedua yang berasal dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada tahun 2013. Para penulis menyampaikan penghargaan kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan survei hingga studi ini dilaksanakan.

## **REFERENSI**

- Aguilera, A. (2008) Business travel and mobile workers, *Transportation Research Part A*, Vol. 42, Iss. 8, 1109–1116
- Aguilera, A., Massot, M-H., Proulhac, L. (2009) Exploring The Relationship Between Work and Travel Behavior on Weekdays: An Analysis of The Paris Region Travel Survey Over 20 Years, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2135, 69-77.

- Axhausen, K.W. and Gärling, T. (1992) Activity-based approaches to travel analysis: conceptual frameworks, models, and research problems. *Transport Reviews*, Vol. 12, No. 4, 323-341
- Bhat, C.R. and Singh, S.K. (2000) A Comprehensive Daily Activity-Travel Generation Model System for Workers, *Transportation Research Part A* Vol. 34, Iss 1, 2000, 1–22
- Bhat, C.R. (2001) Modeling the Commute Activity-Travel Pattern of Workers: Formulation and Empirical Analysis. *Transportation Science* 35(1):61-79.
- Hadi, P.L. and Joewono, T.B. (2014) Pengembangan Metode Pengumpulan Data Perjalanan Berbasis Aktivitas dan Lokasi, the 17<sup>th</sup> International Symposium FSTPT, Jember University, 22-24 August (in review).
- Joewono, T.B., Susilo, Y.O., and Tarigan, A.K.M., A Review of The Travel Behavior Analysis: Its Basis and Application to Developing Cities, *Jurnal Transportasi, Indonesian Inter-University Forum on Transportation Studies (FSTPT, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi)*, Vol 8, No. 1, 2008. pp. 35-46
- Joewono, T.B., Santoso, D.S., and Hadi, P.L., (2013) Exploring University Students' Activities and Travels based on Travel Diary Report, *Proceeding of EASTS Conference*, Taipei, 9-12 September 2013.
- Joewono, T.B. and Santoso, D.S. (2013) *Pemodelan Perilaku Pelaku Perjalanan Di Perkotaan Berbasis Aktivitas*, Laporan Akhir Hibah Bersaing, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Bandung.
- Joewono, T.B., Lauw, B.Z., and Hendy, H., (2013) Motorcycle in the West Java Province: Its Growth and Characteristics. *Civil Engineering Dimension*, Vol. 15, No. 1, 61-70.
- Jovicic, G. (2001) Activity based travel demand modeling – a literature study. *Danmark Transport Forskning*, Denmark.
- Kitamura, R. (1997) Applications of Models of Activity Behavior for Activity Based Demand Forecasting, *Activity-based Travel Forecasting Conference*, Texas Transportation Institute, US Department of Transportation, Washington, DC, June 2–5 1996, pp. 119 & 124
- McNally, M.G. (2000a) The activity-based approach. *CASA Working Paper*. UCI-ITS-AS-WP-00-4. Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine.
- McNally, M.G., (2000b), The Four-step Model, In Hensher, D.A., and Button, K.J. (Ed.) *Handbook of Transport Modeling*, Handbooks in Transport Volume 1, Pergamon, Oxford.
- Miller, E.J. (2009) Articulating the activity-based paradigm: Reflections on the contributions of Ryuichi Kitamura, *Transportation* 36, 651–655
- Neveu, A.J., Koppelman, F.S., and Stopher, P.R., 1979, Perceptions of Comfort, Convenience, and Reliability for the Work Trip, *Transportation Research Record* 723, 59-63.
- Small, K.A., and Winston, C., 1999. The Demand for Transportation: Models and Application, In Gómez-Ibáñez, J., Tye, W.N., and Winston, C. (Ed.) *Essays in Transportation Economics and Policy*, A Handbook in Honor of John R. Meyer, Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- Yagi, S., and Mohammadian, A.(K.). (2008) Joint Models of Home-Based Tour Mode and Destination Choices: Applications to a Developing Country, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2076, 29–40.

## PENGARUH JENIS MUSIK TERHADAP KECEMASAN PENGEMUDI

**Yeni kurnia sari**  
Taruni – Pengujian Kendaraan  
bermotor  
Politeknik Keselamatan  
transportasi jalan Tegal  
Jln. Semeru no.3 kota Tegal  
Telp:08562736226  
[yeni\\_kurniasari@ymail.com](mailto:yeni_kurniasari@ymail.com)

**Hendra wijayanto**  
Taruna – Manajemen  
Keselamatan Transportasi jalan  
Politeknik keselamatan  
Transportasi Jalan Tegal  
Jln. Semeru no.3 kota Tegal,  
52125  
Telp: 081542111194  
[darihendra@gmail.com](mailto:darihendra@gmail.com)

**Naomie srie K**  
Master on psikologi  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan  
Jln. Semeru no.3 kota Tegal,  
52125  
Telp: 08562941150  
[naomisrie@yahoo.com](mailto:naomisrie@yahoo.com)

### Abstract

The driver is the person who drives a motor vehicle on the street who has had a driver's license (UU no.22 of 2009). In driving, the driver demanded highly concentrated and is always eager to deal with various situations on the road. This causes a disparate impact to the driver while driving the anxiety. In addition to the internal factors, there are several external factors that also cause anxiety while driving. Listening to music while driving is one that affects the driver's level of anxiety. The type of music you listen to is different and has different influences, rock types raise the level of anxiety experienced by the driver during kspersiment done, whereas the type of classical music and dance have actually lowered the anxiety level.

**Keywords:** *experiment design, type of music, the measurement of anxiety.*

### Abstraksi

Pengemudi adalah orang yang mengemudikan kendaraan bermotor di jalan yang telah memiliki surat izin mengemudi (UU no.22 tahun 2009). Dalam mengemudi, pengemudi dituntut berkonsentrasi tinggi dan selalu sigap dalam menghadapi berbagai situasi di jalan. Hal ini menyebabkan dampak tersendiri kepada pengemudi yakni kecemasan saat mengemudi. Selain faktor internal tersebut terdapat beberapa faktor eksternal yang juga menyebabkan kecemasan saat mengemudi. Mendengarkan musik saat mengemudi merupakan salah satu yang mempengaruhi tingkat kecemasan pengemudi tersebut. Jenis musik yang didengarkan berbeda-beda dan mempunyai pengaruh yang berbeda pula, jenis musik rock menaikkan tingkat kecemasan yang dialami pengemudi selama kspersiment dilakukan, sedangkan jenis musik klasik dan dance ternyata justru menurunkan tingkat kecemasan tersebut.

**Kata Kunci:** *desain eksperimen, jenis musik, pengukuran kecemasan.*

## PENDAHULUAN

Mengemudi adalah menggunakan dan mengendalikan kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor di jalan. Mengemudi membutuhkan konsentrasi yang tinggi dan selalu sigap dalam menghadapi berbagai situasi dan keadaan di jalan. Konsentrasi yang tinggi yang dibutuhkan mengharuskan kinerja otak yang lebih ekstra. Hal ini yang menimbulkan dampak lain dari mengemudi, yakni kecemasan saat mengemudi. Kecemasan (*ansietas/ anxiety*) adalah gangguan alam perasaan (*affectiv*) yang ditandai dengan perasaan ketakutan atau kekhawatiran yang mendalam dan berkelanjutan, tidak mengalami gangguan dalam menilai realitas (*Reality Testing Ability*). Kecemasan diakibatkan oleh beberapa faktor, faktor internal dari dalam diri pengemudi tersebut dan faktor eksternal dari stressor-stressor.

kecemasan pada pengemudi yang disebabkan oleh faktor internal pengemudi yakni tingkat pengetahuan, jenis kelamin, Pengalaman, kepriadian,dll. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhinya adalah keadaan lalu lintas, ruang kemudi,durasi mengemudi, kebisingan, dan lain-lain.

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi kebisingan disaat mengemudi, salah satunya adalah akibat suara musik yang kita dengarkan sambil mengemudi. Mendengarkan musik terlalu keras dapat mengisolasi pendengaran dari khalayak ramai. Ketika mengemudi seseorang biasanya mendengarkan musik untuk mengurangi kebisingan terhadap situasi sekitar. Tetapi lupa akan kebisingan yang ditimbulkan oleh suara musik itu sendiri. Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh musik klasik mencapai 80 dB – 90 dB, musik Rock 95 dB – 110 dB, musik jazz 90 dB – 98 dB. (ISBN No.978-1-84496-111-5, *the noise of musik*). Kebisingan dapat menyebabkan dampak psikologis seperti gangguan pendengaran dan dampak fisiologis seperti penurunan performansi kerja, menyebabkan kecemasan, dan lain-lain. kecemasan ini dapat mengakibatkan terjadinya kelelahan dini, kegelisahan dan depresi. Secara spesifik kecemasan karena kebisingan ini akan mengakibatkan hal-hal sebagai berikut :

1. Menuju keadaan cepat marah
2. Gangguan reaksi psikomotor
3. Kehilangan konsentrasi
4. Penurunan performansi kerja yang kesemuanya itu akan bermuara pada kehilangan efisiensi dan produktifitas kerja.

Apabila hal itu terjadi saat mengemudi, tentu saja ini akan sangat berbahaya dan berpotensi menyebabkan dampak yang lebih serius seperti kecelakaan. Sehingga penelitian terhadap pengaruh intensitas suara jenis musik dianggap penting. Sebagai salah satu upaya untuk mengurangi kejadian kecelakaan yang disebabkan oleh pengemudi.

## **RUMUSAN MASALAH**

1. Adakah pengaruh jenis musik terhadap kecemasan pengemudi?
2. Bagaimana pengaruh jenis musik terhadap kecemasan pengemudi?
3. Apakah jenis musik yang aman bagi pengemudi?

## **HIPOTESA PENELITIAN**

Ho : Tidak terdapat pengaruh yang nyata dari jenis musik terhadap kecemasan pengemudi.

Ha : Terdapat pengaruh yang nyata dari jenis musik terhadap kecemasan pengemudi.

## **MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN**

Maksud dan tujuan penelitian tentang pengaruh jenis musik terhadap kecemasan pengemudi adalah untuk :

1. Mengetahui adakah pengaruh jenis musik terhadap kecemasan pengemudi.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh jenis musik terhadap kecemasan pengemudi.
3. Mengetahui jenis musik yang aman untuk didengarkan saat mengemudi.

## MANFAAT

1. Bagi Pemerintah, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran tentang bagaimana pengaruh intensitas suara jenis musik terhadap tingkat kecemasan pengemudi.
2. Bagi masyarakat, memberikan informasi tentang jenis musik yang aman untuk didengarkan saat mengemudi, sehingga dapat lebih cermat dan akurat dalam memilih jenis music untuk didengarkan saat mengemudi.
3. Bagi Akademisi, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan kajian dalam studi lebih lanjut oleh peneliti lainnya

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk menguji hipotesis yang diajukan dalam penelitian, memprediksi kejadian atau peristiwa didalam latar eksperimen, dan menarik generalisasi hubungan antar variabel (Zuriah,2006:58). Desain eksperimen yang digunakan adalah *true experiments posttest only control group design* karena hanya dilakukan satu kali pengukuran pada kelompok objek penelitian, yakni setelah eksperimen dilakukan atau setelah diberikan perlakuan. Dilakukan di laboratorium penelitian Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan dan Ruas jalan arteri kota Tegal. Sampel yang digunakan adalah pengemudi mobil berusia 18 – 24 tahun, berprofesi Pelajar, berjenis kelamin laki-laki dan bergolongan darah O. Kriteria eksklusi penelitian ini adalah pengemudi yang dalam keadaan kurang sehat dan kriteria *drop out* adalah pengemudi yang tidak menyelesaikan eksperimen mengemudi sesuai desain penelitian yang telah ditetapkan.

Dengan perhitungan federer diperoleh jumlah sampel 16 pengemudi dalam satu perlakuan, dengan perkiraan *drop out* 10%, maka pengemudi yang mendapat satu perlakuan adalah 18 pengemudi. Dengan adanya 4 perlakuan maka diperlukan 72 pengemudi.

Setelah dilakukan randomisasi sederhana didapatkan sampel pengemudi pada masing-masing kelompok-kelompok musik klasik, rock, jazz dan kontrol. Kemudian dilakukan eksperimen mengemudi dengan jarak tempuh 100 km. Desain eksperimen tersebut sebagai berikut :

- a. Kelompok A  
Kelompok A merupakan kelompok kontrol, yang tidak diberi perlakuan untuk digunakan sebagai tolak ukur.
- b. Kelompok B  
Adalah kelompok yang diberi perlakuan I yakni perlakuan mendengarkan musik klasik.
- c. Kelompok C  
Merupakan kelompok yang diberi perlakuan II yakni mendengarkan musik rock.
- d. Kelompok D  
Merupakan kelompok yang mendapat perlakuan III, yakni mendengarkan musik jazz.

Masing- masing kelompok diatas mengemudikan kendaraan di suatu ruas jalan yang mempunyai karakteristik lalulintas yang sama, dengan jarak tempuh yang sama. dan diberi perlakuan masing-masing. Volume suara untuk perlakuan musik adalah sama. Dan judul lagu yang diberikan juga sama.

Kelompok pengemudi klasik diberikan perlakuan musik klasik mozart yang berjudul *symphony 40*, *die layerer* dan *cottilon*, kelompok pengemudi rock diberi perlakuan musik rock berjudul *break in the habbit* (linkin park), *let it die* (foo fighters) dan *sign of fear* (psycho) dan kelompok musik jazz diberi perlakuan musik jazz berjudul *kind of blue* (Miles davis), *love supreme* (John coltrane), *time out* (Dave brubeck). kemudian dilakukan pengukuran dengan skala HARS (*Hamilton Anxiety Rating Scale*) berupa kuesioner. Selain menggunakan kuesioner, dilakukan pula perekaman video saat mengemudi, bertujuan untuk mengetahui perubahan raut wajah pengemudi, karena pada salah satu indikator HARS terdapat perubahan raut wajah yang mengalami kecemasan.

Data hasil pengukuran masing-masing kelompok dibandingkan dengan kondisi kecemasan pengemudi yang mengemudi tanpa mendengarkan musik (kelompok kontrol). Dan diolah menggunakan program Ms.Excel 2010 dan dianalisis dengan bantuan SPSS 16.0.

Analisis yang digunakan dengan SPSS 16.0 adalah uji normalitas data (*Kolmogorof-smirnov*) untuk mengetahui bahwa data yang diperoleh adalah normal sehingga dapat dilakukan analisis statistik berikutnya. Kemudian dilakukan uji t (*Paired sample T-test*) untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing kelompok penelitian.

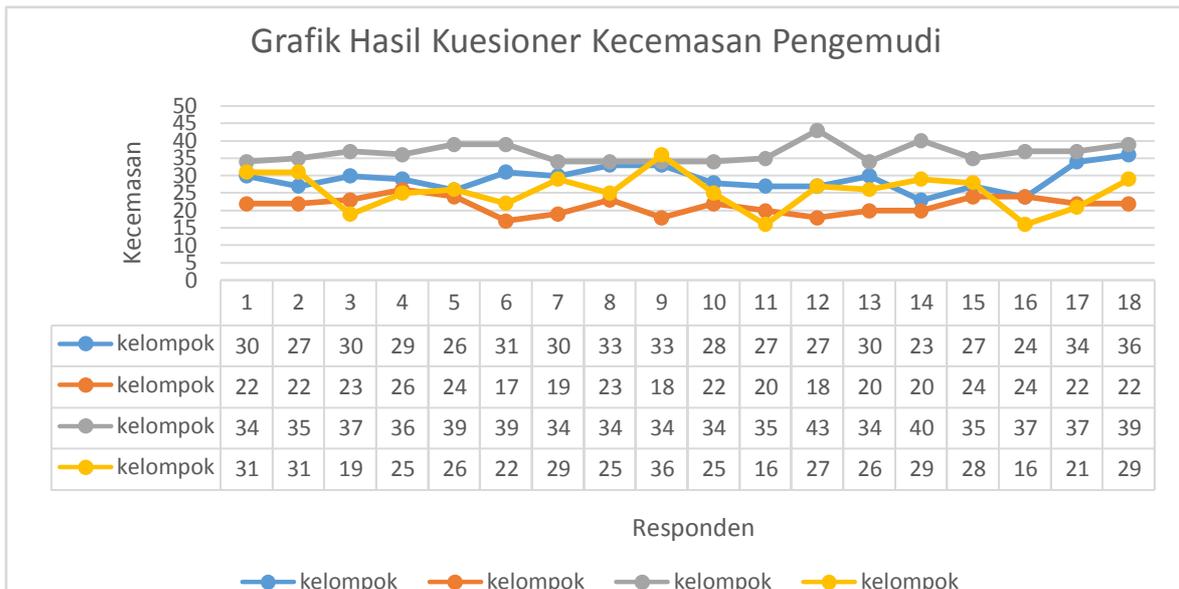
## HASIL PENELITIAN

Tidak ada pengemudi yang memenuhi kriteria *drop out*, seluruh sampel dimasukan dalam perhitungan.

Hasil pengukuran kecemasan melalui kuesioner sebagai berikut :

**Tabel 1.** hasil *score* kuisisioner Pengukuran Tingkat Kecemasan

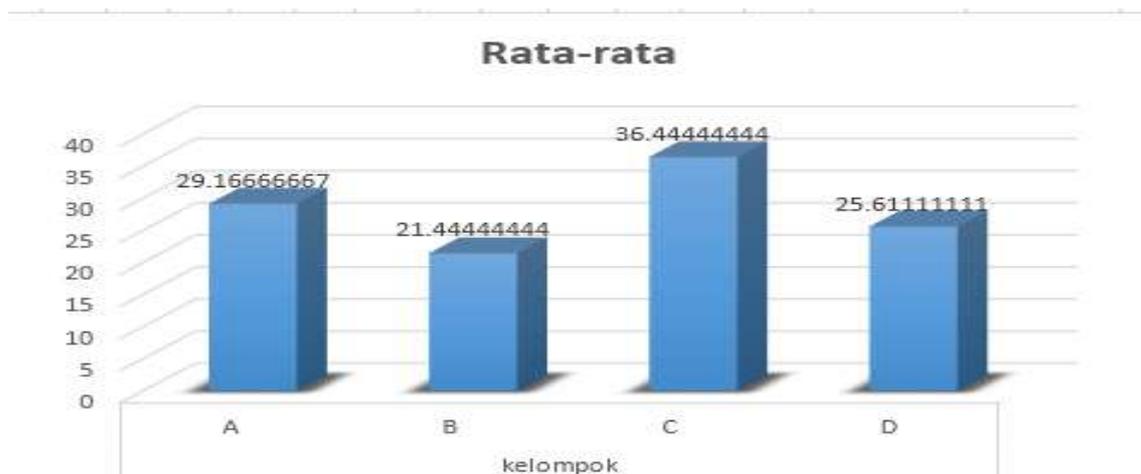
Responden	kelompok			
	A	B	C	D
1	30	22	34	31
2	27	22	35	31
3	30	23	37	19
4	29	26	36	25
5	26	24	39	26
6	31	17	39	22
7	30	19	34	29
8	33	23	34	25
9	33	18	34	36
10	28	22	34	25
11	27	20	35	16
12	27	18	43	27
13	30	20	34	26
14	23	20	40	29
15	27	24	35	28
16	24	24	37	16
17	34	22	37	21
18	36	22	39	29
<b>Rata-rata</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>36</b>	<b>26</b>



**Figure 1.** Perbedaan hasil kuesioner masing-masing kelompok

Berdasarkan data grafik diatas menunjukkan tingkat kecemasan kelompok A kontrol (Berwana biru), dan grafik kelompok B musik klasik (berwarna merah) yang mengalami penurunan dari kelompok A kontrol, sedangkan grafik kelompok C musik rock (berwarna abu-abu) yang mengalami kenaikan tingkat kecemasanya dari kelompok kontrol. Dan grafik kelompok D musik Jazz mengalami penurunan lebih sedikit dari penurunan grafik yang dialami kelompok B musik Klasik. Data diatas telah dilakukan uji normalitas (*Kolmogorof-smirnov*) dengan hasil Sig. (2-tailed) > 0.5 yang menunjukkan bahwa data tersebut adalah Normal.

Lebih jelas berapa nilai penurunan ataupun kenaikan masing-masing tingkat kecemasan dibandingkan dengan kelompok A kontrol dapat dilihat di diagram batang sebagai berikut :



**Figure 2.** Hasil rata-rata kuesioner tingkat kecemasan pengemudi

Diagram batang rata-rata hasil kuesioner diatas menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan antara hasil rata-rata kelompok yang tidak diberikan perlakuan (kontrol) dengan hasil rata-rata kelompok yang diberikan perlakuan lainnya.

Hasil rata-rata kelompok B musik klasik sebesar 21,444. Hasil rata-rata kelompok C musik Rock sebesar 36,444. Hasil rata-rata kelompok D musik Jazz sebesar 25,611. Sedangkan hasil rata-rata kelompok A kontrol adalah sebesar 29,167.

Jika hasil rata-rata tersebut dibandingkan dengan kelompok kontrol, hasilnya Kelompok B musik Klasik mengalami penurunan tingkat stress sebesar 26 % dari kelompok A kontrol, sedangkan kelompok C musik Rock mengalami kenaikan tingkat kecemasan sebesar 7% dari kelompok kontrol, dan kelompok D musik Jazz mengalami penurunan tingkat kecemasan sebesar 12 % dari kelompok kontrol. Ini menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari jenis musik terhadap tingkat kecemasan pengemudi.

Dalam menyimpulkan adanya pengaruh yang nyata tersebut, dilakukan pula analisis secara statistik yakni Paired sample T-test menggunakan SPSS.

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 A - B	7.72222	4.49582	1.05968	-5.48650	9.95794	7.287	17	.000
Pair 1 A - C	-7.27778	4.77500	1.12548	-9.65233	-4.90322	-6.466	17	.000
Pair 1 A - D	3.55556	5.66955	1.33633	.73615	6.37498	2.661	17	.016

Figure 3. Hasil Uji analisis menggunakan SPSS

Dari hasil *Paired Sample T-test* diatas menunjukkan Sig. (2-tailed) < 0,05 atau Ho ditolak, ini artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara mendengarkan jenis musik Klasik, Rock, dan Jazz terhadap kecemasan pengemudi.

## DISKUSI

Mengemudi sambil mendengarkan musik merupakan suatu kegiatan yang sering dilakukan oleh pengemudi. Hal ini tentunya mempunyai dampak, dampak positif maupun dampak negatif. Mengingat dampak yang ditimbulkan oleh suara musik juga berbeda-beda tergantung dari jenis musiknya. Berbagai penelitian tentang pengaruh musik terhadap manusia telah terbukti, baik pengaruh musik terhadap kesehatan, pengaruh musik terhadap kerja organ, pengaruh musik terhadap pikiran, maupun pengaruh musik terhadap keadaan emosional jiwa dan stress. Musik ada yang membuat gembira, sedih, terharu, terasa sunyi, gelisah, semangat, mengingat masalah dan lain-lain. Dr. Ali Zadeh Muhammadi mengungkapkan bahwa beberapa jenis musik dapat membantu jiwa manusia menjadi lebih tenang dan seimbang bahkan dapat menghapus rasa tertekan dan stress, tentunya penggunaan musik digunakan secara proporsional.

Musik mempengaruhi manusia melalui telinga, kemudian menggetarkan gendang telinga, mengguncang cairan ditelinga dalam serta menggetarkan sel-sel berambut didalam koklea untuk selanjutnya melalui saraf koklearis menuju ke otak. Musik diterima langsung oleh talamus, yaitu bagian otak yang mengatur emosi, sensasi, dan perasaan, tanpa terlebih dahulu dicerna oleh bagian otak yang berpikir baik-buruk maupun intelegensia. Musik juga diterima melalui hipotalamus yang mempengaruhi struktur basal (forebrain) termasuk sistem limbik, hipotalamus merupakan pusat saraf otonom yang mengatur fungsi pernapasan, denyut jantung, tekanan darah, pergerakan otot usus, fungsi endokrin, memori,

dan lain-lain. Begitu kompleksnya jalan atau proses yang dilalui musik untuk masuk ke manusia. Oleh karenanya pengaruh musik terhadap manusia akan sangat berpengaruh.

Pengemudi dalam hal ini adalah manusia tak lepas dari pengaruh musik tersebut, apabila mengemudi sambil mendengarkan suara musik. Kegiatan mengemudi yang merupakan kegiatan yang melelahkan dan membutuhkan konsentrasi yang tinggi akan terpengaruh oleh suara musik yang didengarkan ketika mengemudi. Pengaruh tersebut salah satunya adalah kecemasan pengemudi.

Perbedaan hasil rata-rata dari jenis musik yang berbeda dapat dijelaskan dari perbedaan karakteristik masing-masing jenis musik tersebut. Musik Rock adalah musik yang memiliki fokus pada ritme dengan harmoni yang sederhana, sedikit melodi dan volume yang keras. Ritme pada musik Rock disebut *backbeat* atau sinkopasi konstan atau disebut juga ketukan anapestik yang memiliki ketukan terkuat pada ketukan keempat dan ketukan terkuat selanjutnya berada pada ketukan kedua. Ritme musik Rock dianggap berlawanan dengan ritme tubuh, khususnya denyut jantung. Hill J, 2006 mengungkapkan bahwa mendengarkan musik hard Rock yang diwakili oleh musik Marilyn Manson mengakibatkan responden lebih merasa stress, marah, jijik, takut, dan kurang bahagia dibanding dengan responden yang tidak mendengar musik apapun. Berbeda dengan musik klasik yang memiliki fokus pada melodi, harmoni seimbang dan ritme yang konstan. Ritme musik klasik disebut *downbeat* yakni ketukan terkuat berada pada ketukan pertama dan ketukan terkuat selanjutnya berada pada ketukan ketiga. Sedangkan jenis musik Jazz merupakan salah satu musik instrumental yang mempunyai karakter yang mirip dengan jenis musik klasik, hanya saja ritme pada jenis musik Jazz lebih bervariasi. Perbedaan ritme pada masing-masing jenis musik tersebutlah salah satu yang menyebabkan perbedaan hasil rata-rata tingkat kecemasan pada pengemudi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jenis musik dengan tingkat kecemasan pengemudi berusia 18-24 tahun yang berprofesi pelajar dan berjenis kelamin laki-laki, Sig. (2-tailed) < 0,05 yang menunjukkan penolakan pada  $H_0$ .

Pengaruh tersebut adalah jenis musik Klasik dapat menurunkan tingkat kecemasan sebesar 21,444 atau 26% dari kecemasan yang diderita sebesar 29,167 setelah mengemudi sejauh 10 km selama eksperimen dilakukan. Jenis musik Jazz dapat menurunkan tingkat kecemasan sebesar 25,611 atau 12% dari kecemasan yang diderita pengemudi sebesar 29,167 setelah mengemudi sejauh 10 km selama eksperimen dilakukan. Sedangkan jenis musik Rock justru menaikkan tingkat kecemasan sebesar 36,444 atau menaikkan sebesar 7% dari kecemasan yang diderita sebesar 29,167 setelah mengemudi sejauh 10 km selama eksperimen dilakukan.

Jenis musik klasik dan jenis musik jazz merupakan jenis musik yang aman bagi pengemudi bahkan mempunyai manfaat mengurangi kecemasan yang dialami saat mengemudi.

## PUSTAKA

- Sherwood L. Energy balance and temperature regulation. In: Human physiology from cells to systems. 5th ed. Belmont: Brooks/Cole-Thomson Learning; 2004.p.647-63.
- Kishi T, Elmquist JK. Body weight is regulated by the brain: a link between feeding and emotion. *Molecular Psychiatry*.2005:1-15.
- Lewis PA. Musical minds. *Trends in Cognitive Sciences*.2002;6(9):364-5.
- ISBN No.978-1-84496-111-5, the noise of musik 2007
- McEwen BS. Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiol Rev*. 2007;87:873-904
- Needlman, R. 2004. *Adolescent Stress*. online at <http://www.drspock.com/article/0,1510,7961,00.html> (diakses tanggal 01 juni 2014).
- Prabowo, H. dan Regina, H.S. 2007. *Tritmen Meta Musik Untuk Menurunkan Stres*. Available online at <http://repository.gunadarma.ac.id> (diakses 01 Juni 2014).
- Halim, S. 2007. *Efek mozart dan terapi musik dalam dunia kesehatan*. Available online at <http://www.tempo.co.id/medika/arsip/012003/pus-2.htm> (diakses 05 Juni 2014).
- Hardjana, A. 1994. *Stres Tanpa Distres : Seni Mengolah Stres*. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Salempesy, W. 2001. *Terapi dengan Musik*. Jakarta. Pustaka Jaya.
- Zuriah, Nurul. 2006. *Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Bacchicocchi S. A closer look at rock music. *End Time Issues*.2000;36:6-23.
- Hill J. Assessing the influence of rock music on emotions. *Chrysalis: The Murray State University Journal of Undergraduate Research*.2006.

## SHORT TERM ACTIVITY ADAPTATION DECISION OF MOBILE PROFESSIONAL: GENDER DIFFERENCES ON TRAVEL IMPACT OF SMART PHONE ADOPTION

**Gloriani Novita Christin**

PhD Student  
School of Architecture, Planning and Policy  
Development  
Institut Teknologi Bandung  
Ganesha 10, Bandung 40132 Indonesia  
[glorinovi@yahoo.com](mailto:glorinovi@yahoo.com)

**Ofyar Z. Tamin**

Professor on Civil Engineering  
Department of Civil and Environmental  
Engineering  
Institut Teknologi Bandung  
Ganesha 10, Bandung 40132 Indonesia  
[ofyar@trans.si.itb.ac.id](mailto:ofyar@trans.si.itb.ac.id)

**Idwan Santosa**

Lecturer  
Departement of Civil Engineering-  
Institut Teknologi Bandung  
[idwan2003@yahoo.com](mailto:idwan2003@yahoo.com)

**Miming Miharja**

Lecturer  
School of Architecture, Planning and Policy  
Development  
Institut Teknologi Bandung  
[mimiharja@yahoo.co.id](mailto:mimiharja@yahoo.co.id)

### Abstract

Understanding individual travel behaviour in urban space is essential for transportation planning. Considering that most of travel is a derived demand from the need to engage in activities, hence predicting individual responses, particularly gender role on short term activity adaptation decision is effective in understanding the relationship between travel behaviour and daily activity. In the information era, widespread adoption of smartphones, which is the result of convergence of Information and Communication Technology, potentially influences activities of mobile professionals. They use smart phone as a tool to improve the productivity and to assure the efficiency of their “travelling” as a part of their daily mobile work. Result of survey, which consists of interviews and simulation using stated adaptation in the Greater Jakarta Area provides basic pattern of response by gender that occur when information was received during implementation of activities. The proposed rule is a potentially valuable concept to predict changes in planned activity schedules as a function of unexpected event.

**Key Words:** Activity Adaptation, Gender, Mobile Professional, Smart phone, Travel behaviour

### Abstrak

Memahami perilaku perjalanan individu perkotaan sangat penting bagi perencanaan dan kebijakan transportasi perkotaan. Mengingat sebagian besar perjalanan adalah permintaan yang berasal dari kebutuhan untuk berpartisipasi dalam kegiatan, maka memprediksi respon individu khususnya keputusan adaptasi kegiatan jangka pendek berdasarkan gender, efektif dalam memahami hubungan antara kegiatan sehari-hari dan perilaku perjalanan. Di era informasi, adopsi ponsel cerdas, yang merupakan hasil konvergensi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), berpotensi mempengaruhi keputusan adaptasi kegiatan dari profesional mobile. Mereka menggunakan ponsel cerdas sebagai alat informasi dan komunikasi sepanjang hari untuk meningkatkan produktivitas dan untuk menjamin efisiensi "perjalanan" sebagai bagian dari kerja mobilnya. Survei cross-sectional yang terdiri dari wawancara dan simulasi menggunakan “adaptasi dinyatakan” di wilayah Jabotabek dilakukan untuk memberikan kecenderungan dasar pola respon yang terjadi ketika informasi yang diterima selama pelaksanaan kegiatan sehari-hari berdasarkan gender. Aturan yang diusulkan adalah konsep yang berguna untuk memprediksi perubahan dari jadwal kegiatan yang direncanakan sebagai fungsi dari kejadian tak terduga.

**Kata Kunci:** Adaptasi kegiatan, Gender, Perilaku Perjalanan, Ponsel cerdas, Profesional Mobile

## **INTRODUCTION**

Information and communication technologies (ICTs) have pervaded nearly all aspect of daily life, influencing where and how we work, learn, shop, play, live, and travel. The International Telecommunication Union estimates there are nearly 7 billion mobile subscriptions worldwide (ITU, 2014). Indonesia has 297 million mobile phone subscribers in 2013 which is around 108% of the total population (Suryo, 2014). Interestingly, most people have more than 1 SIM card or handset. Up to date, new ICT developments have facilitated the transmission of large quantities of information at high speed and accuracy at relatively low cost, through the emergence of the smart phone, which is a contemporary kind of mobile phone that integrates a number of technologies for advanced computing ability and connectivity (Charlesworth, 2009). Smartphone is facilitated with Built-in applications and internet access, digital voice services, text messages, e-mail, web browsing, camera, MP3 player and video viewing. Google/IPSOS (2011) reported that 89 per cent of users use it throughout the day. Thus, technological and social characteristics of this device make the users potentially change their behaviour; in particular on how, when and where people choose to use their time to conduct activities, more than the previous ICT devices have done. Of all mobile phone subscriptions globally, 25-30 percent (around 1.9 billion) are associated with smart phones (Ericsson, 2014). In Indonesia, the number of smart phone users is continuing to rise up to 23% share (over 68 million users) in 2013 (Suryo, 2014).

Smart phone market itself started out in the business segment (Nielsen, 2012; RIM, 200j3) and, especially, so-called mobile professionals are important beneficiaries here. Mobile professionals could be characterized as individuals over the age of 20, employed full time in professional occupation, who spends 20 per cent or more of their total working time away from their work environment (Ablondi and Elliot, 1992). Smart phones have grown to become an absolute necessity for them in order to keep up with their busy schedules and manage their work load in a highly dynamic, competitive, and time critical business environment (Dzartevska, 2009). Mokhtarian (2009) stated, "The more one travels, the more useful, and used, a mobile phone becomes." The more used a smartphone, the more potential it influences travel behaviour. To capture the travel impact of smartphone usage clearly, this research targets a dynamic mobile professional who has already used a smart phone to perform their daily operational activities. Annan (2003) stated that there is a gender divide, with women enjoying less access to information technology than men and boys.

The travel impacts of ICT are numerous and complex. To get focused, the scope of ICT devices have been limited to smartphone, because they are devices with both fairly high market penetration and variety of capabilities. Mokhtarian and Tal (2013) classified the impact on the basis of term of decision including short term decision about a given trip; on medium-term decisions for instance auto ownership, and on long-term decision e.g. lifestyle and location decisions. This paper is focused on the short-term decisions of relevance, specifically trip and activity generation, destination, route choices, and the choices of execution time and duration, using short term activity adaptation decision concept. Most of travel behaviour is the result of implementation of a particular set of activities, thus the activity based approach was advocated to analyze and predict travel behaviour, resulting from such interrelated activity decisions. Joh (2004) investigated activity (re)scheduling behaviour and argued that the adaptation may involve changing the duration of activity, changing the sequence in which activities are conducted, and adapting the composition of activity program by inserting or deleting activities.

Understanding mechanism of individual travel behaviour in urban space is essential for urban transportation planning and policy. Considering that most of travel is a derived demand from the desire to engage in activities at certain locations, hence understanding the relationship between travel behaviour and daily activity engagement is effective in predicting individual responses, particularly short term activity adaptation decision. Spitzner et al (2007) argued that men and women are affected transport differently, especially as men rarely assume responsibility for most of the care economy (housework, shopping, providing and caring for oneself and the family, etc); they rarely need to combine these activities with gainful employment and thus have more time at their disposal than women.

This paper is organized as follow. First section provides theoretical background, a literature review which contains: sociology of technology adoption by gender, nature of mobile professional's work, and activity adaptation decision. And then, the research methodology presented the research design and expected outcomes, followed by the result and discussion, and conclusion.

## **THEORETICAL BACKGROUND AND HYPOTHESIS**

### **Smart phone Adoption and Gender Differences**

As they are used literally by everybody, smartphone create a new aspect in which all human beings are equal, i.e. irrespective of age, gender, cultural background, wealth, income or hierarchical position/level managerial. Rahmati et al (2012) found and suggested clear usage differences based on SES levels, but not based on gender. Smartphone, as mobile phone is usually described as a highly egalitarian technology (Geser, 2006) that has been adopted similarly by both genders (as well as by populations differing in age, income, education and ethnic origin). While both genders are rather similar in the quantitative intensity of usage, they still differ significantly in the qualitative patterns and purposes of use (Geser, 2006).

In several countries, women use it more heavily than men – for instance for voice calls as well as for text messages (ITU, 2014). In 2010, Bulger segmented Smartphone owners by gender; the male population dominated the marketplace. But in early 2011, that trend shifted rather dramatically and women started adopting smartphones in greater numbers. Females, who had once made up significantly less than half of the smartphone owner segment, were now accounting for just over half the segment (Bulger. 2011)

### **Activity Scheduling, Coordination and Activity (re) Scheduling**

Doherty and Clark (2008) argued that the way people adapt their activity-travel decision in response to external inference is rooted in the process of rescheduling their live across time and in relation to others. During the recent decades, the decision-making process of activity scheduling has become dynamic and influences the daily travel pattern. While some activities are planned far in advance and form the initial schedule structure, other scheduling decision are made closer to the execution of activity or even impulsively. Rescheduling may be triggered by factors for instance time pressure, schedule conflict, congestion charging, real time information about traffic, weather and event cancellation (Guo et al, 2012) . Coordination of our activities and movements with others has taken on increased importance. Effective coordination minimizes uncertainty regarding

interdependent activity, when and where common resources will be accessed or consumed, and where transition between activities will take place.

Ling (2004) proposed a form of coordination that arise as a result of the use of mobile phones as a "coordination-based mobile interaction" and identifies three ways occurrence, namely (1) midcourse adjustment, which refers to the transfer of the journey has started and setting details of the meeting which had previously been agreed upon, (2) interactive coordination, which refers to the progressively setting of the meeting that is certain, (3) softening the schedule, which refers to the potential for increasing the flexibility of schedule compared to occur coordination based on fixed time (Ling, 2004).

Gordon (1989) found that women consistently have shorter work trip than men, regardless of income, occupation, marital and family status, mode of travel. Additionally, he argued that women undertake more non-work trips than men. Valcour and Hunter (2004) stated that women are more family-oriented and are more likely to intersperse their paid work with family related activities than men. When compared to men, women are more reactive and immediately make adjustments to their daily activities as soon as they get important information about their families. If associated with today's modern life, moreover with the emergence of the female mobile professionals, these findings may be different.

From the background, hypothesis of the study is "there are gender differences on travel impact of smart phone adoption, particularly on short term activity adaptation"

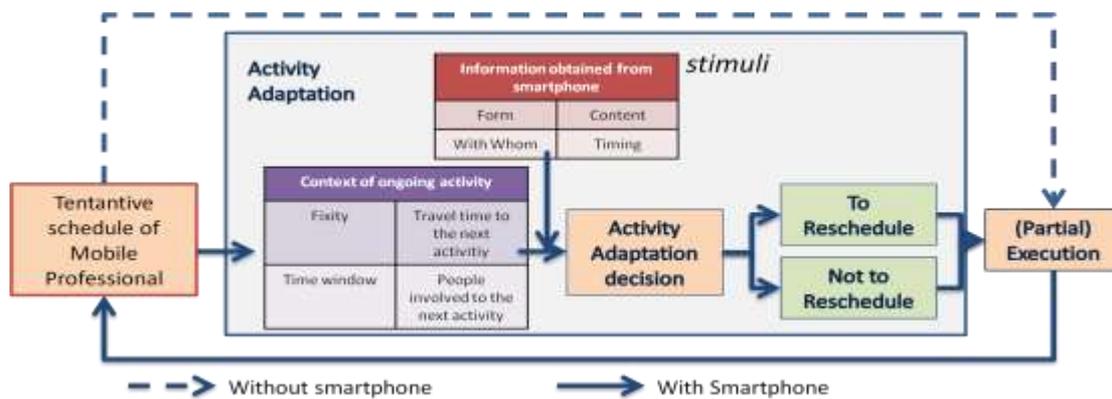
## **RESEARCH DESIGN**

The research objective is to observe the subsequent changes and probabilities of adjustment after receiving the information from Smartphone. This study examined the relationship between mobile interaction using smart phones, short term activity adaptation/activity (re)scheduling, and travel patterns of mobile professionals. The study consists of two stages, preliminary and main study.

Preliminary survey was conducted first to get the first insight about the phenomena. Considering that there is great diversity in the nature of work of mobile professional and their characteristic of technology use, therefore, it is important to recruit the interviewees: 20 mobile professionals from the Greater Jakarta Area (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi), Indonesia from a range of different professions. Occupation includes a variety professional from a range of consultant, project management, lawyer, journalist, veterinarian, obstetric-gynaecologic, marketing, sales, customer service, managing partner, real estate developer, and government officer. Participants were also pre-screened to represent various level of mobility in term of frequency of mobile, the flexibility of time, flexibility of work place. Semi-structured interviews are conducted in this stage with the aim of obtaining information on the context surrounding the mobile professional activities, for instance: why they make a trip, with whom they visit, what will they do with them, what they do with their mobile phone while travelling, and at a third location, how they use their phones, especially for work purposes, what has changed in their mobile work, as the implications of the use of smart phones, how they plan and make an activity-travel schedule, and how they execute the agenda (including how they reschedule the agenda). Preliminary surveys consisted of mostly open questions. We found typical day of nature work, purpose of usage, characteristic of usage and what had been changed in their mobile work as implication of their smart phone usage. All of interviews were conducted in Indonesian. Interviews were transcribed and analyzed for the identification and sorting of

themes and core concepts at several levels of specificity. Data obtained from an preliminary interview indications are used as a basis to create the next stage of the study.

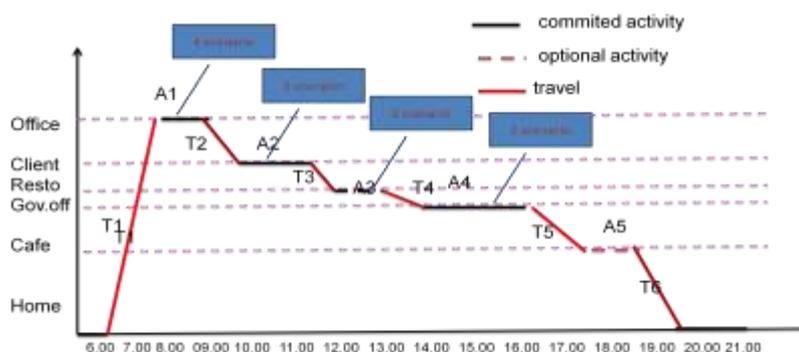
The main survey, which is the next stage of this study, is conducted using questionnaire with a larger number of mobile professionals, representing proportional pursued gender, profession proportion grouped by similar properties of mobile work (e.g. mobile based field work includes project consultants, city planners, contractors, distinguished group with mobile work whose location cannot be predicted, e.g. journalists, lawyers, sales, account representative, veterinarian). Participant were provided with a specific scenario to know the response if they face the specific situation during the execution of activity-travel agenda.



**Figure 1** Conceptual frame

The purpose of this approach is a simplification to compose the basic patterns of activity change due to the interaction using smart phones. Scenario should be made as real as possible, and in most probable occurrence. The choice of options provided must also be made as close as possible to reality. Within this context, the storyboard is built based on the experiences expressed by the mobile professionals on the preliminary survey (phase 1).

In this approach, some scenario of situations is generated on the storyboard as stimuli that contains “most probably information gained” from smart phone, that requires immediate attention for re-scheduling decision using “what-if” questions around “alternative realities” of the situation context. Each participant is asked of a set number of 11 selected “what-if” questions, as showed in Figure 2. Combination of scenario, adaptation decision chosen (estimated by researcher), and travel impact regarding decision is shown on Table 1.



**Figure 2.** Time-Space Graph of Short term Activity Adaptation Simulation

**Table 1** Scenario and Hypothesis travel impact of the activity adaptation decision chosen

Scenario	Mobile Interaction	Context of On Going and Next Activity	Adaptation Decision (estimated)	Travel Impact
1.	Audio; with Client; update; morning	Committed; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time, current: with Colleague, next: with Client	Modification of time; delay of the next activity	Changing the timing of trip execution
2.	Audio; with family; emergency; morning	Committed; time window: 1-2 hours; 30 minutes travel time, current: with Colleague, next: with Client	Deleting the whole upcoming activity	Reduction the number of trip
3.	Text; with web; update; morning	Committed, time window: 1-2 hours, 30 minutes travel time; current: with Colleague, next: with Client	Route modification	Route modification
4.	Audio; with Client; update; morning	Committed; time window: 1-2 hours, 30 minutes travel time; current: with Colleague; next: with Client	Inserting without deleting	Increase the number of trip
5.	Audio; with Friend; new appointment; before lunch	Optional; time window: 1-2 hours; 30 minutes travel time; current: with client, next: none/tentative	Modification of activity space, closer to the next activity	Changing the trip destination, reduction the travel distance
6.	Audio; with Client; new appointment; before lunch	Optional; time window: 1-2 hours; 30 minutes travel time; current: with client, next: none/tentative	Modification of activity space, closer to the next activity	Changing the trip destination, decrease the travel length
7.	Audio; with Client; New Appointment; Lunch time	Committed; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time; current: with client; next : with client	Deleting the next activity and inserting new activity	decreasing the travel length
8.	Text; with Client; New Appointment; Lunch time	Committed; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time; current: with client; next: with client	Inserting a new activity	Increasing the number of trip
9.	Audio; with Client; update; Lunch time	Committed; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time; current: with client, next: with client	Delay the next activity	Modification of Execution Time of departure
10.	Text, with friend, update, After mid day	Optional; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time; current: with client; next: with friend	Deleting the next activity	Reducing the number of trip
11.	Text, with family, update, After mid day	Optional; time window: 1-2 hours; 1 hour travel time; current: with client; next: with friend	Inserting a new activity	Increasing trip number and modification of departure time

Each question consists of two consecutive activities. The following is a sample stated adaptation survey question:

“...What if you get the information through an application of traffic service on your smart phone about a traffic jam on the route to the next activity? What do you probably do?” (Scenario 3)

The behavioural response to such a situation is recorded as “stated adaptation” and the basic pattern of activity as well travel executed is then analyzed. Survey on Phase 2 was conducted on 2 ways: paper based with face 2 face (F2F) survey and online survey ([https://www.surveymonkey.com/s/Mobile\\_Prof\\_2014](https://www.surveymonkey.com/s/Mobile_Prof_2014)) in similar item of question.



Figure 3 Example of Online questionnaire display (in Indonesia)

To improve the respond rate, every respondent gets a souvenir as well as a chance of winning a smartphone as the lucky draw. With this scheme, there are 34 respondents completed the online questionnaire (internet based survey/self-administered), while 62 respondents completed the paper based survey. Respondents were recruited with purposive snowball technique.

## RESULT OF SURVEY AND DISCUSSION

The survey was conducted on 106 respondents (20 for preliminary (phase 1), and 96 for main survey (phase 2), from mobile professional-smart phone users in the Greater Jakarta area (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi), with a variety of professions. The professions selected are based on a pre-screening that respondents are actually the target of research, i.e. more than 20% of the working time is out of office, as well as smart phone adopter. On Stage 1 (preliminary survey) time consumed to interview was around 45 minutes to 1 hour; while on Stage 2 (main survey) respondent spent around 20-25 minutes in average to complete the questionnaire. That is why we had to find balance between sample size and duration of completing the questionnaire. The profile of the respondents on stage 2 is given in Table 2.

All of the respondents experienced the higher dynamic of activity scheduling by using smartphone. They always consider all the information gathered via smart phone which is relevant with the next agenda. Mobile professional has to manage and balance the time spent for travel and activity, participate in activities planned and consider the real time information they have.

Table 2 Profile of Respondents

Profile	%	Profile	%	Profile	%	Profile	%
<b>Gender</b>		<b>Residence</b>		<b>Level of Managerial</b>		<b>Max. location to visit</b>	
Male	65%	Jakarta	26%	Top	33%	2 places	22%
Female	35%	Bogor	13%	Middle	67%	3 places	47%
<b>Age</b>		Depok	17%	<b>Expenditure/month</b>		>3 places	31%
21-30	6%	Tangerang	10%	< IDR 5 milln	3%	<b>Smart phone Ownership</b>	
31-40	40%	Bekasi	34%	IDR 5-20 milln	51%	1-5 years	18%
41-50	43%	<b>Location of mobile work</b>		>IDR 20 milln	46%	>5 years	82%
>50	11%	Jakarta	100%	<b>Mode to work</b>		<b>Number of SIM card</b>	

Profile	%	Profile	%	Profile	%	Profile	%
<b>Education</b>		Bogor	60%	Motorcycle	11%	Only 1	13%
Bachelor	56%	Depok	22%	Car	97%	>1	87%
Master	40%	Tangerang	53%	Public transport (road)	11%	<b>Number of Smart phone</b>	
PhD	4%	Bekasi	63%	Public transport (rail)	8%	Only 1	13%
						>1	87%

The results of simulation based stated adaptation which is differentiated by gender on the decision of the selected adaptation activity is shown in Table 3

**Table 3** Activity adaptation decision, frequency and modus by gender

Scenario	Male, n=62		Female, n=34		Differences in		Gender Differences
	Modus	% of modus	Modus	% of modus	Modus	% of modus	
1	A	51,61	A	61,76	-	10,15	not significant
2	C	61,29	C	55,88	-	5,41	not significant
3	D	56,45	D	61,76	-	5,31	not significant
4	D	53,23	C	50,00	✓	3,23	significant
5	B	64,52	B	64,71	-	0,19	not significant
6	B	70,97	B	82,35	-	11,39	not significant
7	B	<b>67,74</b>	B	<b>44,12</b>	-	<b>23,62</b>	significant
8	A	<b>66,13</b>	A	<b>47,06</b>	-	<b>19,07</b>	significant
9	A	59,68	B	47,06	✓	12,62	significant
10	D	<b>40,32</b>	B	<b>79,41</b>	✓	39,09	significant
11	C	50,00	B	47,06	✓	2,94	significant

Detailed scenarios and answer are not shown here but, in brief, it is found that the information obtained using smartphone provides a greater possibility to make adjustments to their daily activity. Table 3 shows that from 11 scenarios, 6 scenario result in significantly different responses by gender of the respondents, i.e. scenario no. 4, 9, 10, and 11. Gender of the respondents seems to play an important role in determining the options. Scenario no. 4: *“In the morning, you are at the office, completing routine managerial matters, involving co-workers. Next event is a meeting with your customer (A), in the costumer’s office, which can take 30 minutes drive from the current location and suddenly you receive information from your smart phone. What if your client (B) suddenly calls and tells you about some serious problems in the field, with a distance of 2 hours drive and need immediate treatment. Your presence on the field is awaited. What might you do?”* Male respondents choose to *“Perform the planned activity with the client (A), and monitor the client’s problems in the field only (B) via smartphone”*, while female respondents tend to choose *“delay planned activities with business partner A to the other hours, but still on the same day, and then get to the location of business partner B in urgency.”* In this case it seems that women are more concerned with the state of emergency of the other client, and view it as something urgent and they need to rearrange their schedule with client B as the priority, whereas men are calmer women and not as reactive as women.

Furthermore, on scenario 11 (family-related information), female respondents have strong modus in their response options. On scenario 11: *“Currently at 14:00. You’re attending an important meeting with government in the agency office. After this important meeting, you*

*have a tentative activity; you will go home or hang out with your professional community in a cafe within 1 hour drive from the government office. What if a family member sends a message, asking to do some errand such as to buy an object at a shopping centre located less than 30 minutes from the current location of your activities? Its picture is sent via smart phone.?"* Men tend to choose "Approve the request of the family, leave for the shopping centre after the meeting and notify their friends in the cafe of their late arrival via smartphone", while women tend to choose "Approve request of the family, leave for the shopping centre after the meeting and cancel their plan to go to the cafe and then go home". When compared to men, women are more reactive and they immediately make adjustments to their daily activities as soon as they get important information about their families. Valcour and Hunter [32] stated that women are more family-oriented and are more likely to intersperse their paid work with family related activities than men. The 4 scenarios which have significantly different reactions show that women and men have some different points of view or concern, and it influences the decision they have made. The other 4 scenario which have significant difference reaction shows that women and men have some difference point of view or concern and it influence the decision they made. However, both genders chose adaptation decisions that changed originally scheduled. Adaptation that occurs and is expressed by the respondents indicates that the adjustment potentially arises with the increasing likelihood of someone receiving additional information relevant to his/her next activity, environmental conditions, travel, family, business partners, and co-workers. The information can be viewed as constraints that must be addressed, or as opportunities for new activities. Simulations with a larger sample size could be considered as a tool to propose a rule of respond pattern due to the adoption of smartphone in various combinations of situation.

## CONCLUSION

Mobile professional always turn on their smartphone throughout the day and make them always connected. They use smartphone as an information and communication tool to organize their work at different location, to improve the productivity, to conduct mobile-based coordination and to assure the efficiency of their "travelling". Empirical evidence with respect to the impact of smartphone adoption on activity-travel pattern shows that mobile professionals generally make adjustment during execution of their schedule as they receive real time information via smartphone. This research find that gender characteristic of mobile professional play important role in determining the kind of reaction of information received using smartphone. From 11 scenarios (hypothetical situation) there are 6 significant differences between women and men in their activity adaptation decision.

This paper is a part of on-going research, thus, the use of the method with a larger sample size shall be considered in further research, to gain a better result of capturing the dynamic of activity travel influenced by adoption of smartphone. As the recommendation, in order to complete the research, this study should combine gender analysis with profession, or with the managerial level of the mobile professional. The proposed method is a potentially valuable concept to predict changes in planned activity schedules.

## REFERENCES

Ablondi W., Elliot, T. 1992. Mobile Professional Market Segmentation Study. BIS

- Annan, K., Statement to the World Summit on the Information Society, Geneva, 10 December 2003, in Gender equality and empowerment of women through ICT
- Bulger, D. 2012. The Male vs. Female Debate Goes Mobile. Compete Pulse. <https://blog.compete.com/2011/11/29/the-male-vs-female-debate-goes-mobile/>
- Charlesworth, A. 2009. The ascent of Smart Phone, Engineering and Technology.
- Dzartevska, A. 2009. Developing a mobile learning platform for a professional environment. In H. Ryu & D. IGI Global.
- Parsons (Eds.), Innovative Mobile Learning: Techniques and Technologies. New York
- Doherty S.T., Clark F. A.2008. "Examining the Nature and Extent of the Activity-Travel Preplanning Decision Process", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2054,
- Geser, H. 2006. Are girls (eve)n more addicted? Some gender pattern of cell phone usage. Sociology in Switzerland: Sociology of the Mobile Phone
- Google/IPSON OTX Media CT. 2011. *The Mobile Movement, Understanding Smart phone Users*, U.S.
- Gordon, P., Kumar A. and Richardson, H. W. 1989. Gender differences in metropolitan travel behaviour, *Regional Studies* 23, 499–510.
- Guo, J.Y., 2012, A Data Collection Framework for Exploring the Dynamic Adaptation of Activity-Travel Decisions <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2012>
- Ling, R. 2004. The mobile connection (The cell phone's impact on society), Morgan Kaufman publishers
- Mokhtarian, P. 2009. If Telecommunication is such a good substitute for travel, why does congestion continue to get worse? Transportation Letters: The mobile International Journal of Transportation Research, 1.
- Mokhtarian, P.; Tal, G. 2013. Impacts of ICT on Travel Behavior: A Tapestry of Relationships. J. Rodrigue, T. Notteboom, & J. Shaw (Eds.), The SAGE handbook of transport studies. (pp. 241-261). 55 City Road, London: SAGE Publications, Ltd
- Nielsen. 2012. Smart phone Ownership On The Rise In Asia Pacific, Whilst Advertisers Struggle To Engage With Consumers Via Mobile Ads. Nielsen
- RIM. 2003. Blackberry Target Market. Overview. Research in Motion Limited. U.S.
- Valcour, P. M.; Hunter, L. W. 2005. Technology, organizations, and work-life integration. Managing work-life integration in organizations: Future directions for research and practice. E. E. Kossek, S. J. Lambert, Mahwah, NJ: Erlbaum: 61-84
- Suryo, Y. 2014. Facts on Smartphone Users in Indonesia. Canopy Asia

## **PENELITIAN PERSEPSI PEJALAN KAKI DI WILAYAH KAMPUS UNIVERSITAS INDONESIA**

**Ilma Alyani**

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas  
Teknik, Universitas Indonesia. Jl. Joe no. 11B,  
Kebagusan, Pasar Minggu, Jakarta Selatan, DKI  
Jakarta. +62 8577 5573 529. ilma.alayani@gmail.com

**R. Jachrizal Sumabrata**

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Indonesia. +62 811 165 468.  
jachrizal@gmail.com

### **Abstract**

Currently walking is still not being a favorite way to transport in our society. Therefore, this research explored the opinions of people about the activity of walking itself. Different from any researches before, this research tried qualitative approach to explore the reasons why people are interested in and not interested in walking. The research was conducted using web-based questionnaire (online survey). After filtered, processed data includes the reasons why people are interested in and not interested in walking. Then this data analyzed using descriptive statistics and *Chi-square* correlation test using SPSS software. The test results showed that there is no significant correlation was found between gender and the reasons people are interested and not interested in walking.

**Keywords:** *Perception, Pedestrian, Open Question, Chi-Square Correlation Test*

### **Abstrak**

Saat ini berjalan kaki masih belum menjadi moda transportasi favorit di kalangan masyarakat. Karena itu penelitian ini ingin menggali aspirasi tentang pendapat orang-orang tentang aktivitas berjalan kaki itu sendiri. Berbeda dari yang sudah ada, kali ini dicoba pendekatan kualitatif untuk mengeksplorasi alasan orang-orang tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner berbasis web (*online survey*). Setelah disaring, data yang diolah meliputi alasan orang tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki. Data ini kemudian dianalisis dengan statistik deskriptif dan uji korelasi *Chi-Square* menggunakan perangkat lunak SPSS. Hasil uji menunjukkan bahwa tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan faktor-faktor yang membuat tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki.

**Kata kunci:** *Persepsi, Pejalan Kaki, Pertanyaan Terbuka, Uji Korelasi Chi-Square*

## **PENGANTAR**

Berjalan kaki sendiri, merupakan salah satu alternatif cara perjalanan yang didukung oleh pihak Kampus UI. Terlihat dari berbagai jalur pedestrian yang dibuat dengan tujuan mempermudah perjalanan tempat-tempat yang berdekatan. Sayangnya, jalur pedestrian ini masih belum mampu menarik minat banyak mahasiswa untuk memilih berjalan kaki sebagai pilihan dalam melakukan perjalanan di dalam Kampus UI.

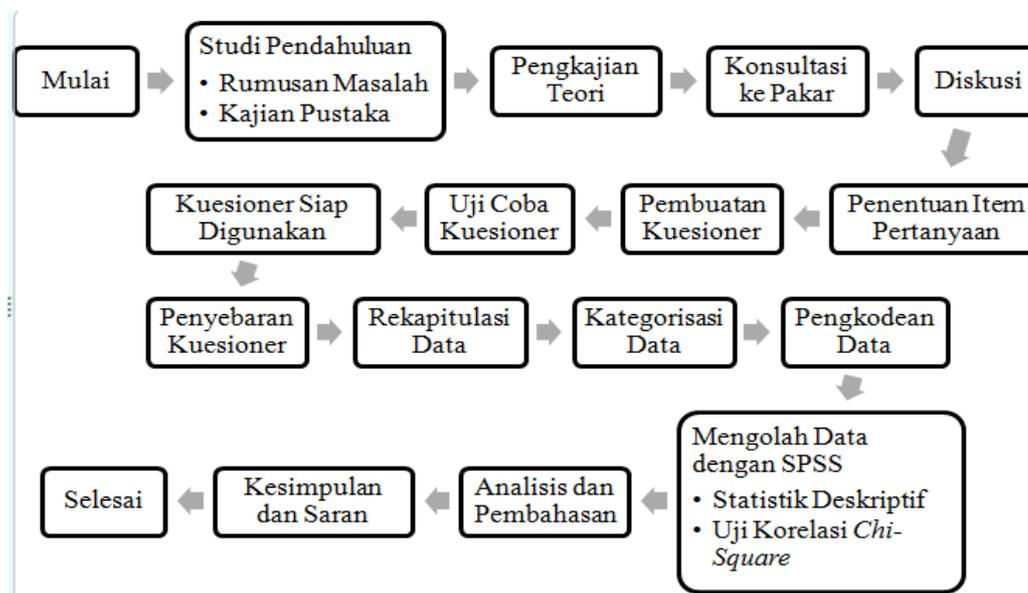
Namun demikian, meskipun sudah banyak kajian yang dilakukan terkait dengan topik pedestrian, tapi pengguna jalur pedestrian masih sedikit. Hal ini menimbulkan pertanyaan apa yang sebenarnya belum dilakukan, apa implementasi hasil kajian yang masih kurang? Atau pertanyaan lainnya, bahwa mungkin ada yang salah dari penelitian yang sudah dilakukan selama ini.

Penelitian ini kemudian mencoba menguji coba bentuk pendekatan lain untuk survey pejalan kaki. Jika selama ini survey yang telah dilakukan biasanya menyediakan beberapa pilihan jawaban yang dapat dipilih oleh responden, maka penelitian ini mencoba metode sebaliknya. Survey ini disajikan dengan bentuk pertanyaan terbuka, sehingga responden bebas mengisikan jawaban yang terlintas di benak mereka. Jika selama ini survey yang ada telah mengarahkan jawaban sesuai asumsi peneliti, maka kali ini dengan pertanyaan terbuka diharapkan diketahui apa yang sesungguhnya ada di benak orang-orang mengenai persepsi mereka dalam berjalan kaki.

Sejauh ini belum ada pembuktian ilmiah dengan metode ini apa sebenarnya hal-hal yang berkaitan dengan keinginan orang-orang untuk berjalan kaki. Penelitian ini memaparkan pandangan mahasiswa UI mengenai hal-hal yang membuat mereka tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki. Dari sana kemudian diuji apakah hal-hal tersebut memiliki korelasi secara statistik. Dari sini diharapkan ditemukan aspek yang dianggap penting dalam berjalan kaki sehingga menjadi masukan untuk perbaikan infrastruktur pedestrian yang ada.

## METODE PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian diterakan dalam diagram alir berikut:



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

## RANCANGAN KUESIONER

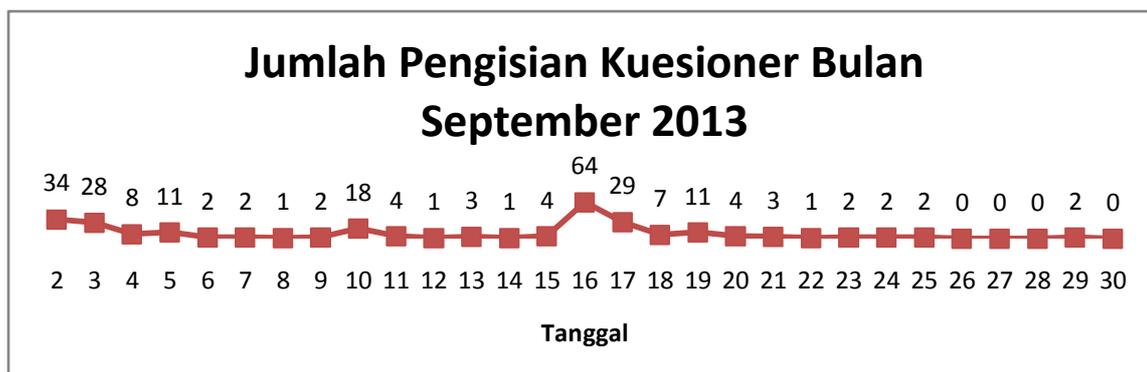
Kuesioner didesain dengan pertanyaan terbuka karena tujuan penelitian adalah menggali aspirasi sebanyak-banyaknya mengenai persepsi para responden pada aktivitas berjalan kaki. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan meliputi:

1. Lima hal yang terlintas di pikiran ketika mendengar/membaca kata ‘berjalan kaki’ dan dua hal yang penting dari kelima hal tersebut. Pertanyaan ini diberikan sebagai pembuka untuk menegaskan kepada responden bahwa bentuk survey ini adalah pertanyaan terbuka dan responden dipersilakan untuk menuliskan apapun yang ada di benaknya.
2. Lima tempat yang biasanya dicapai dengan berjalan kaki. Pertanyaan ini diberikan untuk mengetahui lokasi-lokasi yang sering didatangi responden dengan berjalan kaki.
3. Tiga tempat yang paling sering dikunjungi dari kelima tempat tersebut, perasaan ketika berjalan kaki ke tempat itu, dan penilaian kenyamanan. Item ini ditanyakan untuk mengetahui kesan yang diperoleh responden dalam aktivitas berjalan kakinya ke tempat-tempat tersebut. Kesan tersebut dituliskan dalam bentuk emosi yang dirasakan dan skala penilaian kenyamanan.
4. Hal-hal yang membuat tertarik berjalan kaki. Pertanyaan ini diberikan untuk mengetahui penyebab-penyebab responden tertarik untuk berjalan kaki.
5. Hal-hal yang membuat tidak tertarik berjalan kaki. Pertanyaan ini diberikan untuk mengetahui penyebab-penyebab responden tidak tertarik untuk berjalan kaki.

Selain pertanyaan-pertanyaan mengenai persepsi berjalan kaki, responden juga diminta mengisi data diri mereka meliputi: Inisial nama, nomor telepon, alamat e-mail, jenis kelamin, kelompok usia, suku bangsa, status pernikahan, pendidikan terakhir, pekerjaan, rata-rata jumlah pendapatan per bulan, rata-rata jumlah pengeluaran per bulan, alamat domisili, serta lama berdomisili di tempat tersebut.

Kuesioner dibuat dengan memanfaatkan fasilitas *google form*. Link kuesioner lalu dimodifikasi sehingga mudah untuk diingat menjadi [bit.ly/persepsipejalankaki](http://bit.ly/persepsipejalankaki). Link ini kemudian disebarluaskan melalui berbagai media sosial seperti facebook, twitter, blog, dan layanan pesan elektronik seperti e-mail, sms, bbm, dan whatsapp.

Sebagai gambaran, berikut grafik jumlah pengisian kuesioner per hari di bulan pertama kuesioner disebarluaskan, yaitu bulan September 2013.



**Gambar 2** Grafik Jumlah Pengisian Kuesioner Per Hari di Bulan September 2013

Responden sama sekali tidak dibatasi. Siapapun boleh mengisi kuesioner ini karena dalam skala besar tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya mengenai persepsi orang-orang di Indonesia akan kegiatan berjalan kaki, dari berbagai variasi demografi yang bisa diperoleh. Namun, untuk penelitian ini data yang diolah dibatasi pada pertanyaan mengenai hal-hal yang membuat tertarik untuk berjalan kaki, dan hal-hal yang membuat tidak tertarik untuk berjalan kaki. Data yang diolah juga dibatasi pada demografi responden yang berstatus sebagai mahasiswa dan berkuliah atau berdomisili di Depok, Jawa Barat.

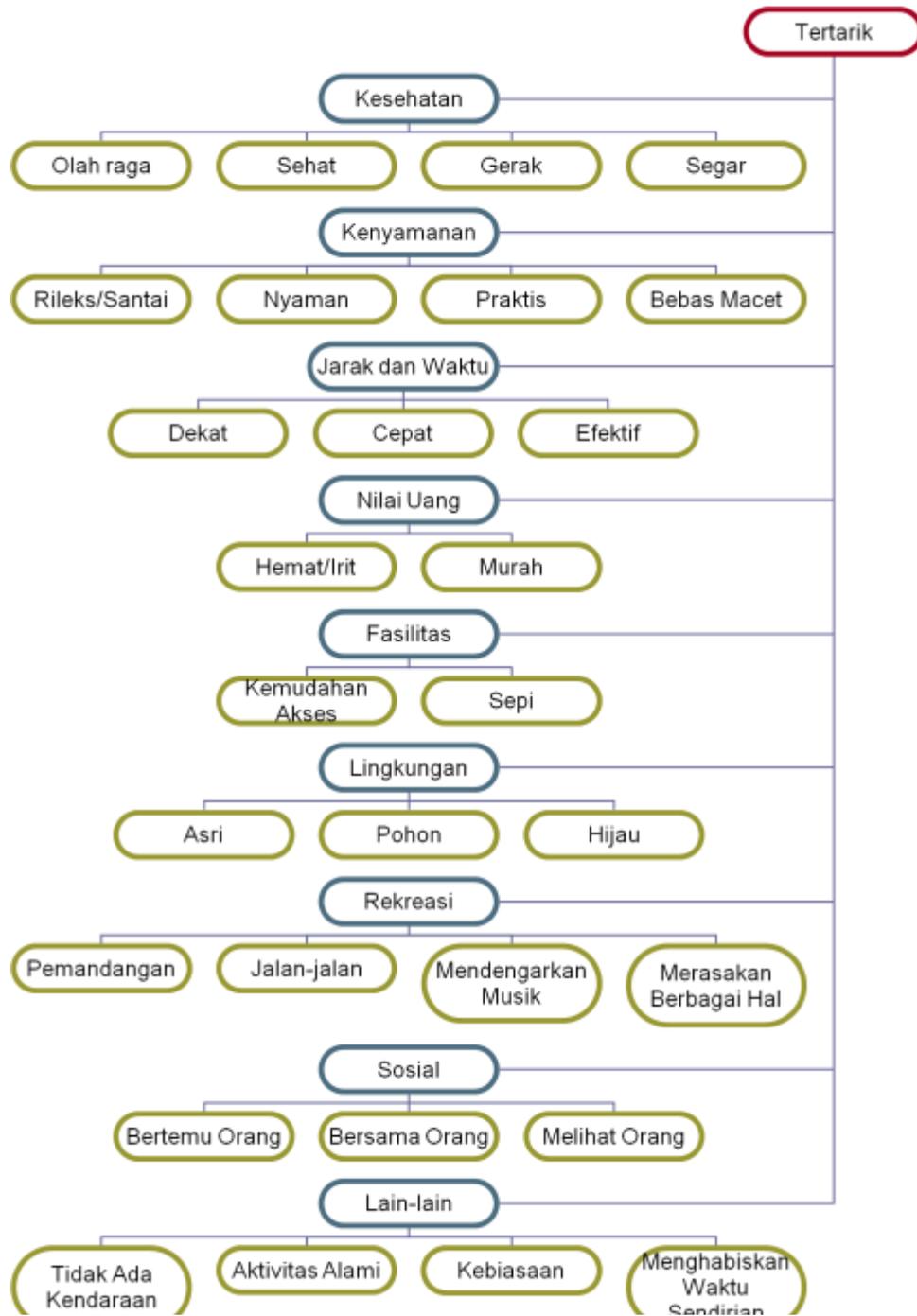
## **HASIL DAN ANALISA**

Setelah disaring, terdapat 70 data yang diolah untuk karya ilmiah ini. Tujuh puluh responden yang ada terdiri dari 31 orang laki-laki dan 39 orang perempuan.

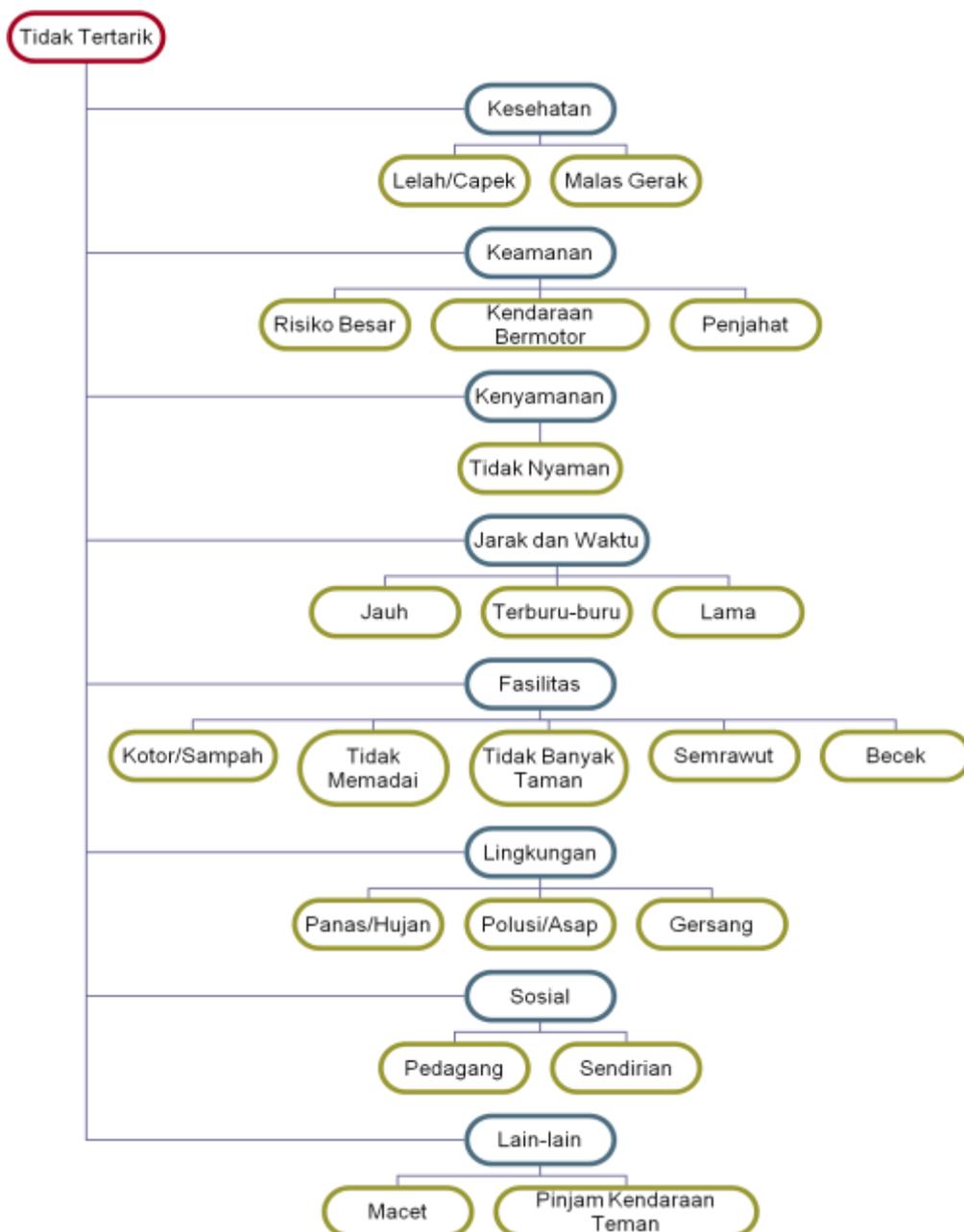
### **KATEGORISASI DATA**

Pertanyaan yang disajikan dalam kuesioner merupakan pertanyaan terbuka. Pertanyaan terbuka dipilih karena tidak membatasi pilihan jawaban dan diharapkan dapat menangkap representasi makna berjalan kaki dalam kognisi sosial masyarakat. Beragam jawaban yang ada kemudian dikategorisasi menjadi beberapa aspek. Aspek pertama adalah kesehatan, mengenai hubungan berjalan kaki dengan apa yang dirasakan seseorang pada tubuhnya. Kemudian aspek keamanan, terkait keselamatan seseorang saat berjalan kaki. Kategori ke tiga adalah kenyamanan, mengenai kenyamanan yang dirasakan oleh pejalan kaki. Aspek berikutnya adalah jarak dan waktu, terkait pengaruh jarak dan waktu yang harus ditempuh dengan aktivitas berjalan kaki. Selanjutnya adalah nilai uang, mengenai kaitan biaya dengan berjalan kaki. Kategori berikutnya adalah fasilitas, mengenai pandangan pejalan kaki terhadap fasilitas (*built-in*) yang mendukung aktivitas berjalan kakinya. Aspek ke tujuh adalah lingkungan, mengenai pengaruh suasana lingkungan (*nature*) ketika seseorang berjalan kaki. Berikutnya adalah rekreasi, terkait kegiatan berjalan kaki sebagai sarana menemukan hiburan bagi seseorang. Kemudian kategori sosial, mengenai bagaimana pejalan kaki memanfaatkan kegiatan berjalan kaki untuk berinteraksi dengan lingkungan dan orang-orang lain. Terakhir, untuk hal-hal yang tidak dapat dimasukkan ke kategori-kategori di atas, dimasukkan ke aspek dan lain-lain.

Untuk lebih jelasnya, berikut diagram pembagian kategori alasan yang membuat tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki yang didapatkan dari penelitian ini:



Gambar 3 Diagram Kategori Alasan Tertarik Berjalan Kaki



**Gambar 4** Diagram Kategori Alasan Tidak Tertarik Berjalan Kaki

## ANALISIS DATA

Berikut hasil analisis deskriptif dan uji korelasi *Chi-Square* alasan para responden tertarik dan tidak untuk berjalan kaki:

**Tabel 1** Alasan Tertarik Berjalan Kaki

No.	Kategori	Jumlah	Persentase
1.	Kesehatan	18	26%
2.	Kenyamanan	6	9%
3.	Jarak dan Waktu	8	11%
4.	Nilai Uang	10	14%
5.	Fasilitas	2	3%
6.	Lingkungan	3	4%
7.	Rekreasi	12	17%
8.	Sosial	4	6%
9.	Lain-lain	7	10%
Total		70	100%

Dari tabel di atas, diketahui bahwa porsi terbesar alasan responden tertarik untuk berjalan kaki adalah alasan kesehatan. Delapan belas responden yang mengemukakan alasan ini berpendapat bahwa berjalan kaki adalah aktivitas olah raga, dapat membakar kalori, dan menguntungkan terutama bagi yang kurang bisa meluangkan waktu khusus untuk berolah raga. Berjalan kaki dianggap sebagai aktivitas yang menyehatkan dan membuat badan lebih bugar dan terasa segar. Alasan berikutnya yang menjadi mayoritas adalah rekreasi. Ada 12 orang yang berpendapat bahwa berjalan kaki dianggap menjadi rekreasi karena pemandangan yang dapat dinikmati di perjalanan dan menjadi sarana berjalan-jalan. Sambil berjalan kaki responden juga dapat melakukan aktivitas lain seperti mendengarkan musik. Selanjutnya, nilai uang juga menjadi alasan orang memilih berjalan kaki. Sepuluh orang berpendapat dengan berjalan kaki, pengeluaran bisa dihemat, jadi lebih irit karena tidak perlu mengeluarkan biaya.

Aspek berikutnya adalah jarak dan waktu. Jarak yang dekat dan waktu tempuh yang singkat mendorong 8 orang responden memilih berjalan kaki sebagai cara berpindah tempat. Faktor selanjutnya yang membuat berjalan kaki menjadi pilihan adalah kenyamanan. Enam orang responden mengaku rileks dan santai ketika berjalan kaki. Fasilitas pedestrian yang nyaman dan terbebas dari kemacetan juga menjadi alasan. Berikutnya, 4 orang menyatakan faktor sosial juga menarik untuk menjadi penyebab berjalan kaki. Sosial mencakup bagaimana orang memanfaatkan aktivitas berjalan kaki untuk mengamati orang-orang dan lebih mengenali keadaan di sekitarnya. Alasan lain adalah jika ada teman yang kebersamai dan dapat bertemu dengan orang lain di jalan sehingga bisa saling bertegur sapa.

Kondisi lingkungan menjadi penarik minat berikutnya untuk orang berjalan kaki. Terdapat 3 responden yang berpendapat lingkungan yang asri, teduh pepohonan, dan nuansa hijau yang menyejukkan membuat betah di perjalanan. Selain itu faktor cuaca yang sejuk dan kondisi yang tidak bising juga menjadi alasan. Dua faktor terakhir adalah fasilitas dan lain-lain. Dua orang yang mengemukakan alasan fasilitas menyebutkan kemudahan akses dan kenyamanan infrastruktur pedestrian. Terakhir, faktor yang tidak termasuk kategori lainnya adalah terdapat 7 orang responden yang mengaku tertarik berjalan kaki karena tidak ada

kendaraan yang bisa mengangkut ke tempat tujuan, tidak memiliki kendaraan pribadi, karena berjalan kaki sudah menjadi kebiasaan, dan ingin menghabiskan waktu sendirian.

**Tabel 2** Alasan Tidak Tertarik Berjalan Kaki

No.	Kategori	Jumlah	Persentase
1.	Kesehatan	7	10%
2.	Keamanan	7	10%
3.	Kenyamanan	1	1%
4.	Jarak dan Waktu	13	19%
5.	Fasilitas	9	13%
6.	Lingkungan	29	41%
7.	Sosial	2	3%
8.	Lain-lain	2	3%
Total		70	100%

Dari tabel di atas diketahui alasan yang menjadi mayoritas adalah kondisi lingkungan. Dua puluh sembilan orang responden mengemukakan alasan antara lain karena cuaca panas, terik, hujan, dan lingkungan yang gersang (sedikit pepohonan). Selain itu debu dan polusi kendaraan juga membuat enggan berjalan kaki. Berikutnya yang menempati porsi terbanyak adalah jarak dan waktu. Terdapat 13 responden yang menyebutkan jarak yang cukup jauh dan waktu tempuh yang lama untuk sampai ke tempat tujuan membuat orang lebih memilih untuk menggunakan kendaraan. Apalagi jika waktu yang dimiliki tidak banyak atau sedang terburu-buru.

Alasan selanjutnya adalah fasilitas. Sembilan orang berpendapat infrastruktur pedestrian seperti trotoar yang kotor oleh sampah membuat orang enggan untuk berjalan kaki. Jalan yang semrawut dan ramai juga menambah daftar masalah. Masalah lain terkait fasilitas adalah trotoar yang tidak memadai, tidak memiliki peneduh, becek, sempit, dan gelap. Keluhan lain yang muncul adalah mengenai keamanan. Tujuh orang responden menyatakan bahwa resiko keamanan yang cukup besar menghadang mereka, seperti kendaraan bermotor yang mengambil lahan para pejalan kaki sehingga menimbulkan kekhawatiran akan tertabrak. Kekhawatiran lain yang muncul adalah kesulitan jika mau menyeberang jalan. Jalan yang sepi, keberadaan orang jahat, dan jika berjalan sendirian juga membuat orang merasa tidak aman untuk berjalan kaki.

Faktor berikutnya yang membuat orang enggan untuk berjalan kaki adalah kesehatan. Terdapat 7 responden yang menyatakan rasa lelah membuat mereka malas untuk berjalan kaki. Tiga faktor terakhir yang menjadi minoritas adalah sosial, kenyamanan dan lain-lain. Faktor sosial yang dimaksud oleh 2 orang responden adalah terganggu oleh pedagang yang berada di jalur pedestrian dan jika berjalan kaki sendirian. Mengenai aspek kenyamanan, ada satu responden yang secara spesifik menyebutkan bahwa alasan ia tidak tertarik untuk berjalan kaki adalah karena merasa tidak nyaman. Sementara faktor lain-lain yang membuat 2 orang responden tidak tertarik untuk berjalan kaki adalah kemacetan dan bisa meminjam kendaraan temannya.

**Tabel 3** Hasil Uji Korelasi *Chi-square*

No.	Kategori Alasan	Kategori Uji			
		Jenis Kelamin			
A.	Tertarik	0.521	B.	Tidak Tertarik	0.291
1.	Kesehatan	0.190	1.	Lingkungan	0.821
2.	Rekreasi	0.392	2.	Jarak dan Waktu	0.321
3.	Nilai Uang	0.880	3.	Fasilitas	0.415
4.	Jarak dan Waktu	0.368	4.	Keamanan	0.350
5.	Kenyamanan	0.112	5.	Kesehatan	0.212
6.	Sosial	0.135	6.	Sosial	0.157
7.	Lingkungan	-	7.	Kenyamanan	-
8.	Fasilitas	0.157	8.	Lain-lain	-
9.	Lain-lain	0.405			

Dari seluruh hasil uji kategori yang dilakukan diketahui bahwa tidak ada nilai uji yang nilainya kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang mengikat antara jenis kelamin dengan berbagai kategori alasan tersebut, baik untuk tertarik berjalan kaki maupun tidak tertarik. Adapun untuk kategori lingkungan di bagian tertarik serta kategori kenyamanan dan lain-lain di bagian tidak tertarik tidak memiliki nilai uji karena jenis kelamin responden di bagian tersebut hanya 1 jenis sehingga tidak bisa dilakukan uji korelasi *Chi-Square* pada kategori tersebut.

## ANALISIS HASIL

Sebuah studi dilakukan Reja, Manfred, Hlebec, dan Vehovar di tahun 2003 untuk mengetahui perbedaan jawaban yang dihasilkan dari pertanyaan tertutup dan terbuka. Dilakukan survey *online* dengan pertanyaan yang sama, “Menurut pendapat Anda apakah masalah paling penting, paling kritis, yang dihadapi internet saat ini?”. Pada model pertama, pertanyaan ini ditampilkan dalam bentuk terbuka, sehingga responden bebas mengisi jawaban apapun yang mereka inginkan. Di model kedua, pertanyaan ini ditampilkan dengan beberapa pilihan jawaban dan responden tinggal memilih dari 10 pilihan jawaban yang disediakan Hasil dari survey ini, pada pertanyaan terbuka dihasilkan tambahan 8 kategori jawaban dari 10 kategori yang telah ada untuk pertanyaan tertutup. Kemudian juga didapatkan hasil bahwa 3 kategori jawaban yang persentasenya paling besar untuk pertanyaan terbuka juga menempati posisi yang responnya mayoritas untuk pertanyaan tertutup. Mengacu pada studi tersebut, maka perbandingan pola persentase jawaban pada pertanyaan terbuka dan tertutup cenderung sama. Hanya saja variasi kategori yang lebih besar pada kategori jawaban pertanyaan terbuka membuat uji korelasi tidak menghasilkan angka hasil uji yang signifikan.

Dalam skripsinya, Surya (2014) meneliti mengenai evaluasi ketersediaan infrastruktur pejalan kaki di kampus Universitas Indonesia, Depok. Evaluasi dilakukan meliputi 5 kategori yaitu fasilitas, aksesibilitas, kenyamanan, kehandalan, dan keamanan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kategori apa yang berpengaruh dalam infrastruktur pejalan

kaki dan yang berpengaruh untuk menyebabkan seseorang ingin berjalan kaki pada jarak dekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori yang berpengaruh pada infrastruktur pejalan kaki adalah fasilitas, aksesibilitas, dan kenyamanan. Sementara kategori yang kurang berpengaruh adalah kehandalan dan keamanan. Kemudian ditemukan bahwa faktor kehandalan dan keamanan berpengaruh untuk berjalan kaki untuk jarak dekat serta faktor fasilitas, aksesibilitas, dan kenyamanan kurang berpengaruh.

Metode pendekatan kualitatif menghasilkan jumlah kategori yang lebih banyak dibanding kategori yang diteliti dalam skripsi ini. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan kualitatif berhasil mencapai tujuannya, yaitu menggali aspirasi sebanyak-banyaknya mengenai persepsi responden akan kegiatan berjalan kaki. Jika dalam penelitiannya Surya (2014) menguji faktor fasilitas, aksesibilitas, kenyamanan, kehandalan, dan keamanan, maka dari pertanyaan terbuka diperoleh tambahan faktor kesehatan, jarak dan waktu, nilai uang, lingkungan, rekreasi, dan sosial.

## **KESIMPULAN**

Dengan menggunakan metode pertanyaan terbuka, diperoleh respon yang sangat bervariasi atas pertanyaan yang diberikan. Pertanyaan terbuka berhasil memancing yang diinginkan oleh penelitian ini, yaitu respon spontan mengenai aspirasi orang-orang tentang berjalan kaki. Setelah dikelompokkan, diperoleh 10 kategori yaitu kesehatan, keamanan, kenyamanan, jarak dan waktu, nilai uang, fasilitas, lingkungan, rekreasi, sosial, dan lain-lain. Namun di sisi lain, dari segi statistik dengan banyaknya faktor yang ada maka ketika dilakukan uji korelasi tidak ditemukan hasil yang signifikan antara jenis kelamin dengan hal-hal yang membuat orang tertarik dan tidak tertarik untuk berjalan kaki.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

Riset ini dilaksanakan dengan sumber pendanaan dari RUI Desentralisasi 2013.

## **REFERENSI**

- Reja, Manfreda, et al., 2003. *Open-ended vs. Close-ended Questions in Web Questionnaires*. Ljubljana: Faculty of Social Sciences, University of Ljubljana. 2003
- Surya, M. S. 2014. *Evaluasi Ketersediaan Infrastruktur Jalur Pejalan Kaki Di Universitas Indonesia. Thesis for Bachelor Degree*. Depok: Universitas Indonesia (unpublished).

## ANALISIS KARAKTERISTIK PEJALAN KAKI DI PELATARAN STASIUN DEPOK BARU

**Ahmad Syahri Mubarak**  
Mahasiswa Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI  
Depok 16424  
Telp. (021) 7862222  
[Rie\\_hunt@yahoo.com](mailto:Rie_hunt@yahoo.com)

**Jachrizal Sumabrata**  
Dosen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI  
Depok 16424  
Telp. (021) 7862222  
[rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

### Abstract

Depok Baru Station is one of the crowded station in jabotabek station because there is an intermodal outflow between rail modes of transportation to land mode. There is no clear pathway for pedestrian so that makes uncomfortable. This research is to analyze the characteristic of that pedestrian flow between 07:00:00 to 08:00:00 and 17:00:00 to 18:00:00 pm by dividing into 5 sections. The 5 sections are Depok Station New to ITC Depok, Depok Baru Station Baru to Terminal Depok, Depok Baru Station to market, ITC Depok to market, Terminal Depok to Market. The results of this research, obtained on the area in the morning, from Depok Baru Station to Market is 3407 (org.m / min) with a level of service B and in the afternoon, from Depok Baru station to ITC Depok is 3.5 (org.m / min) with a level of service A. The result of this research can be made clear pedestrian pathways and comfortable.

**Keywords :** *Pedestrian Characteristics, level of service, Depok*

## PENDAHULUAN

### LATAR BELAKANG

Permasalahan yang terjadi di kota-kota yang sedang berkembang baik dari segi ekonomi maupun jumlah penduduk adalah transportasi. Kota yang sedang berkembang pesat perlu adanya system transportasi yang baik untuk mendukung segala aktifitas di kota tersebut, sehingga untuk mengatasi hal tersebut perlu tersedianya sistem transportasi masal yang baik..

Kebutuhan akan sistem transportasi yang efektif, murah, mudah, lancar, cepat, aman dan nyaman baik untuk pergerakan manusia ataupun barang. Untuk itu semua perlu adanya perencanaan yang dilaksanakan secara terpadu, terkoordinasi dan sesuai dengan perkembangan pembangunan yang ada.

Terminal Kota Depok termasuk terminal terpadu, yaitu jenis terminal yang memberi kemudahan untuk melakukan pergantian antar moda. Dalam bentuk yang ideal terminal terpadu itu dapat langsung berpindah moda antara moda satu ke moda yang lainnya. Misalnya, dari angkutan jalan raya ke jalan rel atau ke moda angkutan udara dan laut dan sebaliknya. sehingga memberikan manfaat dan efisiensi perjalanan yang mudah dan murah.

Kondisi dilapangan, meskipun letak Stasiun Depok Baru, Terminal Kota Depok, dan ITC Depok saling berdekatan tetapi tidak ada akses yang jelas diantara keduanya. dilapangan tidak tersedianya tempat pedestrian yang nyaman dan terlindungi sehingga para pejalan kaki tidak nyaman dan sangat membingungkan. hal ini menimbulkan kesulitan dalam

berganti moda transportasi dari terminal ke stasiun maupun sebaliknya dan dalam mencapai akses ke ITC Depok.

### **PERUMUSAN MASALAH**

Tidak terdapat jalur pejalan kaki yang sesuai di depan Stasiun Depok Baru. Hal itu menimbulkan kesemerawutan dan ketidaknyamanan dalam melewati jalur tersebut khususnya bagi Pejalan Kaki..

### **PERUMUSAN MASALAH**

Penganalisis arakteristik dan kinerja pejalan kaki yaitu arus (flow), kecepatan (speed), kepadatan (density) serta ruang pejalan kaki.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **KARAKTERISTIK PEJALAN KAKI**

Karakteristik pejalan kaki adalah salah satu faktor utama dalam perancangan, perencanaan maupun pengoperasian dan fasilitas-fasilitas pejalan kaki. Beberapa karakteristik pejalan kaki adalah sebagai berikut (Artawan, Medagama & Mataram, 2013) :

1. Arus : Arus pejalan kaki adalah jumlah pejalan kaki yang melintasi suatu titik pada penggal trotoar dan diukur dalam satuan pejalan kaki per meter per menit. Untuk menentukan arus digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{N}{T} \quad \text{(Persamaan 1)}$$

dimana :

Q = arus pejalan kaki (orang/m/menit)

N = jumlah pejalan kaki yang lewat (orang/m)

T = waktu pengamatan (menit)

2. Kecepatan : adalah jarak yang dapat ditempuh oleh pejalan kaki pada suatu ruas trotoar per satuan waktu tertentu. Kecepatan dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{t} \quad \text{(Persamaan 2)}$$

dimana :

V = kecepatan pejalan kaki (m/menit)

L = panjang penggal pengamatan (m)

t = waktu tempuh pejalan kaki yang lewat segmen pengamatan (menit)

Kecepatan pejalan kaki juga dihitung berdasarkan :

- a. Kecepatan rata-rata waktu (Time Mean Speed)

$$V_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad \text{(Persamaan 3)}$$

dimana :

$V_t$  = kecepatan rata-rata waktu (m/menit)

n = banyaknya data kecepatan yang diamati

$V_i$  = kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/menit)

- b. Kecepatan rata-rata ruang (Space Mean Speed)

$$V_s = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i}} \quad (\text{Persamaan 4})$$

dimana :

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang (m/menit)

$n$  = jumlah data

$V_i$  = kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/menit)

3. Kepadatan : adalah jumlah pejalan kaki persatuan luas trotoar tertentu. Rumus yang digunakan :

$$D = \frac{Q}{V_s} \quad (\text{Persamaan 5})$$

dimana :

$D$  = kepadatan, (orang/ $m^2$ )

$Q$  = arus (orang/m/menit)

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang (m/menit)

4. Ruang Pejalan Kaki adalah luas area rata-rata yang tersedia untuk masing-masing pejalan kaki pada suatu trotoar yang dirumuskan dalam satuan  $m^2/org$

$$S = \frac{V_s}{Q} = \frac{1}{D} \quad (\text{Persamaan 6})$$

dimana :

$S$  = ruang pejalan kaki ( $m^2/orang$ )

$D$  = kepadatan (orang/ $m^2$ )

$Q$  = arus (orang/m/menit)

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang (m/menit)

### TINGKAT PELAYANAN PEJALAN KAKI

Tingkat pelayanan fasilitas pejalan kaki pada pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Ruang Pejalan Kaki di Perkotaan ( Direktorat Penataan Ruang Nasional, Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Departemen Pekerjaan Umum ) bersifat teknis dan umum, dan dapat disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada. Standar penyediaan ini dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sesuai dengan tipologi ruang pejalan kaki dengan memperhatikan aktifitas dan kultur lingkungan sekitar.

Tingkat pelayanan dapat digolongkan ke dalam tingkat pelayanan A sampai tingkat pelayanan F, yang semuanya mencerminkan kondisi pada kebutuhan atau arus pelayanan tertentu. Adapun rincian tingkat pelayanan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1** Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki Berdasarkan Highway Capacity Manual, 1985

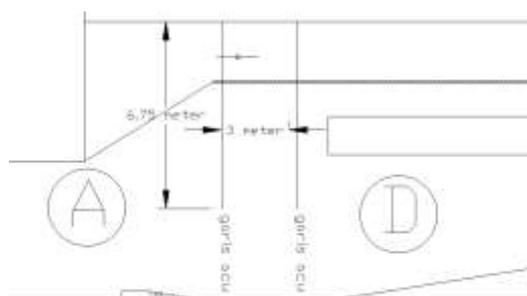
Tingkat Pelayanan	Space ( $m^2/orang$ )	Arus dan Kecepatan yang diharapkan		
		Kecepatan (m/menit)	Arus (orang/m/menit)	Vol/Cap
<b>A</b>	$\geq 12$	$\geq 79$	$\leq 6,5$	$\leq 0.08$
<b>B</b>	$\geq 4$	$\geq 76$	$\leq 23$	$\leq 0.28$
<b>C</b>	$\geq 2$	$\geq 73$	$\leq 33$	$\leq 0.4$
<b>D</b>	$\geq 1.5$	$\geq 69$	$\leq 46$	$\leq 0.6$

Tingkat Pelayanan	Space	Arus dan Kecepatan yang diharapkan		
		Kecepatan	Arus	Vol/Cap
E	$\geq 0.5$	$\geq 46$	$\leq 82$	$\leq 1$
F	$< 0.5$	$< 46$	Variasi	Variasi

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang akan diolah pada tahap selanjutnya. data-data didapatkan dari video webcam yang telah direkam sebelumnya dan pengambilan data dilakukan secara manual. Data-data tersebut adalah jumlah pejalan kaki dan waktu tempuh pejalan kaki ketika melewati penggal pengamatan.

Nilai arus (flow) dihitung menurut jumlah pejalan kaki per menit per lebar efektif pedestrian. Pengamatan jumlah pejalan kaki yang melewati penggal pengamatan dihitung setiap interval 1 menit. Untuk kecepatan pejalan kaki diambil sampel per 3 menit dengan 1 sampel per masing-masing jenis pejalan kaki. Untuk kecepatan yang dipakai kecepatan rata-rata pejalan kaki yang diperoleh dari kecepatan pejalan kaki pada waktu penelitian. Kecepatan pejalan kaki diperoleh dari jarak yang dapat ditempuh oleh pejalan kaki pada suatu ruas trotoar per satuan waktu tertentu.



**Gambar1.** Contoh garis acuan dan lebar efektif di ruas A-D

Untuk mengetahui besarnya arus (flow) pejalan kaki digunakan persamaan 1. Untuk mengetahui nilai kecepatan rata-rata ruang pejalan kaki digunakan persamaan 4. Sedangkan untuk mendapatkan nilai kepadatan pejalan kaki yaitu dengan membagi besarnya nilai arus (flow) pejalan kaki dengan kecepatan rata-rata ruang pejalan kaki, dengan persamaan 5. Untuk menghitung besarnya ruang pejalan kaki yaitu dengan membagi besarnya nilai kecepatan rata-rata ruang dengan arus (flow) atau sama dengan berbanding terbalik dengan kepadatan, dengan persamaan 6.

Nilai arus (flow) ditentukan dari jumlah pejalan kaki dari kedua arah yang lewat daerah observasi per menit per lebar efektif. Periode pengamatan jumlah pejalan kaki dihitung setiap 1 menit. Kecepatan pejalan kaki ditentukan dengan membagi jarak dari garis acuan ke garis acuan berikutnya dengan waktu tempuh untuk melewati jarak tersebut. Untuk kecepatan pejalan kaki dipakai kecepatan rata-rata ruang. Kepadatan pejalan kaki didapat dari hasil bagi antara nilai arus (flow) pejalan kaki dengan kecepatan rata-rata ruang pejalan kaki.

Sedangkan besarnya ruang pejalan kaki yaitu dengan membagi kecepatan rata-rata ruang pejalan kaki dengan nilai arus (flow) atau berbanding terbalik dengan kepadatan..

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### PERHITUNGAN ARUS PEJALAN KAKI

Perhitungan arus pejalan kaki dihitung berdasarkan seluruh pejalan kaki yang melewati penggal pedestrian/jalan tertentu.

Sebagai contoh untuk perhitungan arus (flow) pejalan kaki pada hari senin pukul 07.00.00-07.01.00 menit ke 1 dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) adalah:

- Jumlah pejalan kaki = 7 orang
- Lebar pedestrian yang dipakai = 11 meter
- Lebar Halangan = 3 meter
- Lebar efektif trotoar = 11-3 = 8 meter

Jadi Jumlah Pejalan kaki yang melewati penggal pengamatan adalah:

- Arus (flow) = 7 pejalan kaki / 8 meter / 1 menit = 0.292 (org/m/menit)

### PERHITUNGAN KECEPATAN PEJALAN KAKI

Perhitungan kecepatan pejalan kaki berdasarkan pada waktu tempuh pejalan kaki yang melewati penggal pedestrian yang diamati. panjang penggal pedestrian yang diamati yaitu sebesar 3 meter.

pengamatan ini diambil sampel pertiga menit dari menit pertama. Pejalan kaki yang dihitung adalah 1 pejalan kaki yang melewati penggal pedestrian yang diamati permasing-masing kategori pejalan kaki.

Waktu tempuh dihitung dalam satuan detik. Sedangkan satuan kecepatan yang digunakan adalah meter per menit. Karena dalam satu menit sesuai dengan 60 detik, maka T harus dibagi dengan 60. Sehingga didapat:

$$V=180/T$$

Sebagai contoh untuk kecepatan rata-rata pejalan kaki pada hari senin pukul 07.00.00-08.00.00 dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) untuk pejalan kaki laki-laki tercatat waktu tempuh 3 detik adalah:

$$V=180/3=60 \text{ m/menit}$$

Untuk menghitung kecepatan ruang digunakan rumus kecepatan rata-rata ruang. Dihitung terlebih dahulu:

$$\begin{aligned} \sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria anak-anak ruas A-B} &= 0 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria Dewasa ruas A-B} &= 0.11 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria Lansia ruas A-B} &= 0 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita anak-anak ruas A-B} &= 0 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita Dewasa ruas A-B} &= 0.11 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita Lansia ruas A-B} &= 0 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria anak-anak ruas B-A} &= 0.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria Dewasa ruas B-A} &= 0.25 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Pria Lansia ruas B-A} &= 0 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita anaka-anak ruas B-A} &= 0.02 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita Dewasa ruas B-A} &= 0.36 \\ \sum 1/V \text{ pejalan kaki Wanita Lansia ruas B-A} &= 0\end{aligned}$$

Untuk banyaknya data waktu tempuh pedestrian adalah:

$$N = 0+5+0+0+5+0+1+14+0+1+17+0 = 43$$

maka  $V_s$  pada pukul 07.00.00-08.00.00 adalah:

$$V_s = 47.48 \text{ m/min}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh kecepatan ruas dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) sebesar 47.48 m/min. dengan cara yang sama dapat dihitung kecepatan pada sore hari dan di dapat  $V_s = 43.7 \text{ m/min}$ .

### PERHITUNGAN KEPADATAN PEJALAN KAKI

Kepadatan didapat dari hasil arus dibagi dengan kecepatan yaitu dengan rumus:

$$D = \frac{Q}{(V_s)}$$

D = Kepadatan (org/m<sup>2</sup>)

Q = Arus (org/m/menit)

V = Kecepatan rata-rata ruang (meter/detik)

Sebagai contoh untuk kepadatan pejalan kaki pada hari senin pukul 07.00.00-08.00.00 dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) adalah:

$$D = \frac{Q}{(V)} = \frac{3.25}{(47.48)} = 0.07 \text{ (org/meter}^2\text{)}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung kepadatan pada sore hari dan didapat  $D = 0.08$ .

### PERHITUNGAN RUANG PEJALAN KAKI

Ruang pejalan kaki (space) dihitung berhubungan dengan kepadatan. ruang pejalan kaki (space) digunakan rumus:

$$S = \frac{1}{D}$$

S = ruang pejalan kaki (m<sup>2</sup>/orang)

D = kepadatan (orang/m<sup>2</sup>)

Sebagai contoh untuk ruang pejalan kaki pada hari senin pukul 07.00.00-08.00.00 dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) adalah:

$$S = \frac{1}{D} = \frac{1}{0.07} = 14.61 \text{m}^2/\text{orang}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung ruang pejalan kaki pada sore hari dan didapat  $S = 12.49 \text{ m}^2/\text{orang}$ .

### LEVEL OF SERVICE

Dari hitungan diatas bias ditentukan tingkat pelayanan per-ruas yang ada sehingga kita bisa mengetahui gimana kondisi jalur pedestrian berdasarkan level of service pada pagi hari dan sore hari.

**Tabel 2.** Level Of Sarvice pada pagi hari

ruas	Q	Vs	D	S	level of sarvice
	(orang/m/menit)	(m/menit)	(orang/m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> /orang)	
a-b	3.250	47.485	0.0684	14.61	A
b-a					
a-d	3.407	16.250	0.2097	4.77	B
d-a					
a-c	3.206	26.297	0.1219	8.20	B
c-a					
b-d	0.857	32.400	0.0265	37.80	A
d-b					
c-d	1.286	37.573	0.0342	29.22	A
d-c					

**Tabel 3.** Level Of Sarvice pada sore hari

ruas	Q	Vs	D	S	level of sarvice
	(orang/m/menit)	(m/menit)	(orang/m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> /orang)	
a-b	3.500	43.704	0.0801	12.49	A
b-a					
a-d	3.111	25.508	0.1220	8.20	B
d-a					
a-c	1.603	41.538	0.0386	25.91	A
c-a					
b-d	1.714	39.105	0.0438	22.81	A
d-b					
c-d	2.000	39.759	0.0503	19.88	A
d-c					

### ANALISIS KEBUTUHAN LEBAR PEDESTRIAN

Dari data-data karakteristik pejalan kaki dapat dibuat jalur pedestrian yang nyaman dan efisien.

Contoh untuk perhitungan dimensi pedestrian ruas AB dan BA adalah dengan jumlah pejalan kaki interval permenit terbesar sebagai berikut :

- Jumlah pejalan kaki A-B terbesar = 23 orang
- Jumlah pejalan kaki B-A terbesar = 14 orang

Total jumlah pejalan kaki dari AB dan BA yang melewati penggal pengamatan dalam waktu 1 menit adalah 37 pejalan kaki maka nilai arus rata-rata pejalan kaki (Interval 1 menit terbesar) adalah:

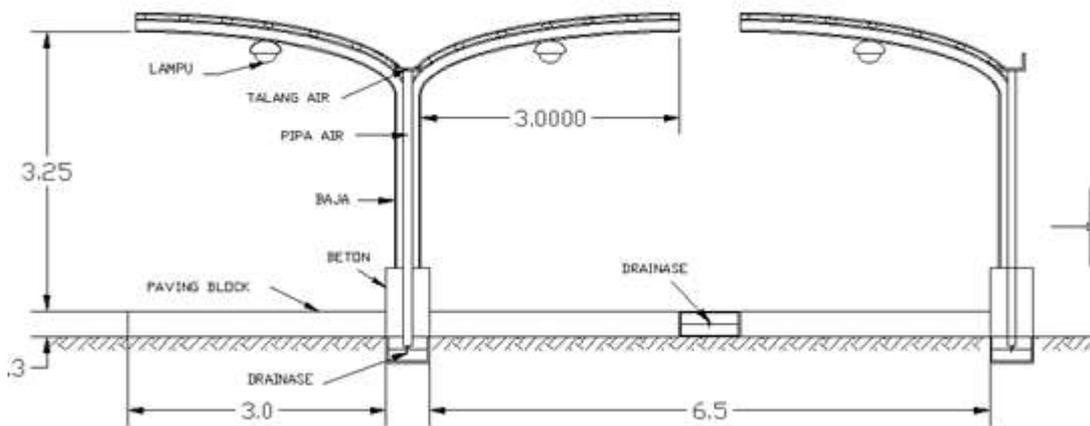
$$\text{Lebar minimum} = (37 \text{ orang})/35 + 1.5 = 2.56 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan didapat lebar minimum pedestrian sebesar 2.56 maka di disain jalur pejalan kaki sebesar 3 m. dengan cara yang sama bisa didapatkan untuk ruas yang lainnya

Dari desain lebar yang telah didapat dapat ditentukan Level Of Service dari masing-masing ruas dan minimal LOS yang diharapkan tidak kurang dari B berikut adalah Level Of Service rencana:

**Tabel 4.** Kebutuhan lebar pedestrian beserta tingkat pelayanannya

ruas	lebar Rencana (m)	Q (orang/m/menit)	D (orang/m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> /orang)	level of service
a-b	3	9.333	0.080	4.68	B
b-a					
a-d	6	3.833	0.235	4.24	B
d-a					
a-c	6.5	6.462	0.245	4.07	B
c-a					
b-d	3	4.000	0.102	9.78	B
d-b					
c-d	3	4.667	0.117	8.52	B
d-c					



**Gambar2.** Contoh desain penampang jalur pedestrian ruas A-B dan A-C

### REKAPITULASI HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan table hasil rekapitulasi hasil perhitungan tiap ruas:

**Tabel 5.** Rekapitulasi hasil perhitungan tiap ruas di pagi hari

ruas	N (orang)	$\Sigma$ N (orang)	lebar (m)	panjang (m)	Q (orang/m/menit)	Vs (m/menit)	D (orang/m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> /orang)	level of service
a-b	194.00	444.00	8	3	3.250	47.485	0.0684	14.61	A
b-a	250.00								
a-d	163	600	6.75	3	3.407	16.250	0.2097	4.77	B
d-a	437								
a-c	203	1201	13.1	3	3.206	26.297	0.1219	8.20	B
c-a	998								
b-d	16	79	7	3	0.857	32.400	0.0265	37.80	A
d-b	63								
c-d	117	246	7	3	1.286	37.573	0.0342	29.22	A
d-c	129								

**Tabel 6.** Rekapitulasi hasil perhitungan tiap ruas di sore hari

ruas	N (orang)	$\Sigma$ N (orang)	lebar (m)	panjang (m)	Q (orang/m/menit)	Vs (m/menit)	D (orang/m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> /orang)	level of service
a-b	194.00	444.00	8	3	3.250	47.485	0.0684	14.61	A
b-a	250.00								
a-d	163	600	6.75	3	3.407	16.250	0.2097	4.77	B
d-a	437								
a-c	203	1201	13.1	3	3.206	26.297	0.1219	8.20	B
c-a	998								
b-d	16	79	7	3	0.857	32.400	0.0265	37.80	A

d-b	63								
c-d	117	246	7	3	1.286	37.573	0.0342	29.22	A
d-c	129								

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan berikut ini :

1. Karakteristik pejalan kaki dari Stasiun Depok Baru (A) ke ITC Depok (B) dan sebaliknya:  
Dari hasil penelitian diatas diketahui arus terbesar terjadi pada sore hari yaitu 3.25 (org/m/min) dengan tingkat pelayanan A. Lebar rencana jalur pejalan kaki sebesar 3 m dengan tingkat pelayanan B.
2. Karakteristik pejalan kaki dari Stasiun Depok Baru (A) ke Pasar (D) dan sebaliknya  
Dari hasil penelitian diatas diketahui arus terbesar terjadi pada pagi hari yaitu 3.407 (org/m/min) dengan tingkat pelayanan B. Lebar rencana jalur pejalan kaki sebesar 6 m dengan tingkat pelayanan B.
3. Karakteristik pejalan kaki dari Stasiun Depok Baru (A) ke Terminal Depok (C) dan sebaliknya  
Dari hasil penelitian diatas diketahui arus terbesar terjadi pada pagi hari yaitu 3.2 (org/m/min) dengan tingkat pelayanan B. Lebar rencana jalur pejalan kaki sebesar 6.5 m dengan tingkat pelayanan B.
4. Karakteristik pejalan kaki dari ITC Depok (B) ke Pasar (D) dan sebaliknya  
Dari hasil penelitian diatas diketahui arus terbesar terjadi pada sore hari yaitu 1.714 (org/m/min) dengan tingkat pelayanan A. Lebar rencana jalur pejalan kaki sebesar 3 m dengan tingkat pelayanan B.
5. Karakteristik pejalan kaki dari Terminal Depok (C) ke Pasar (D) dan sebaliknya  
Dari hasil penelitian diatas diketahui arus terbesar terjadi pada sore hari yaitu 2 (org/m/min) dengan tingkat pelayanan A. Lebar rencana jalur pejalan kaki sebesar 3 m dengan tingkat pelayanan B.

### SARAN

1. Demi mendapatkan kenyamanan pejalan kaki di depan Stasiun Depok perlu adanya jalur pejalan kaki yang nyaman dan jelas sehingga pejalan kaki yang melewati jalur tersebut merasa nyaman ketika melewatinya serta meminimalisir konflik antar pejalan kaki
2. Perlu adanya lampu-lampu penerangan serta CCTV untuk meminimalisir tingkat kejahatan. karena pada malam hari daerah tersebut tidak ada penerangannya

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1985, *Highway Capacity Manual*, Special Report 206, Transportation Research Board, Washington D.C.: National Research Council

- Bina Marga. 1990. *Petunjuk Perencanaan Trotoar*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Penataan Ruang. 2000. *Bina Marga. 1990. Petunjuk Perencanaan Trotoar, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum*
- Bina Marga. 1995. *Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki DI Kawasan Perkotaan*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Artawan, A, Madagama, D. P., & Mataram, K. 2013 *Analisis Karakteristik Pejalan Kaki Dan Tingkat Pelayanan Fasilitas Pejalan Kaki (Studi Kasus: Jalan Danau Toba Kawasan Pantai Sanur)*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Volume 2, No.2, VII-2
- Aryanti, Y.E. 2010. Penerapan Pedestrian Pada Perencanaan Kota., Teori/Aturan Dasar RTA 3223
- Munawar, Ahmad, 2004, *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Munawaroh, Siti. 2009. *ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KINERJA PEDESTRIAN (Studi Kasus di Simpang Empat Manahan) Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Prasetyaningsih, Indah. 2010. *Analisis Karakteristik Dan Tingkat Pelayanan Fasilitas Pejalan Kaki Di Kawasan Pasar Malam Ngarsopuro Surakarta*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- L.F.L. Hermant. 2007. *Human Movement Behavior In South African Railway Stations Implication For Design*. Departement Of Civil Engineering, University of Stellenbosch.
- Basir, Zulfikar. 2006. *Karakteristik Pejalan Kaki Searah Lalu Lintas Pada Jalan Raya Margonda Depok. (Studi Kasus Pada Sisi Kiri Depok Town Square)*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Farret, Prima. 2006. *Karakteristik Pejalan Kaki Pada Ruas Jalan Yang Terdapat Dua Buah Mall Yang Saling Berhadapan . (Studi Kasus Ruas Jalan Margonda- Antara Depok Town Square dan Margo City)*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Pradipta, Arya. 2009. *Karakteristik Penyeberangan Pejalan Kaki Padda Lingkungan Sekolah Studi Kasus : SDN Mekar Jaya 11 dan SDN Abadi Jaya 1 Kota Depok*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

**SATISFACTION WITH TRAVEL SCALE (STS)  
BEFORE AND AFTER IMPLEMENTING  
NEW IMPROVEMENT  
(STUDY CASE: KARLSTADSBUSS SWEDEN)**

**I Made Sukmayasa**  
Student of GadjahMada  
University- Karlstad University  
MSTT- Master of Science in  
Business Administration, Service  
Management  
Phone : +62 818 077 257 720  
[imade.sukmayasa@yahoo.com](mailto:imade.sukmayasa@yahoo.com)

**Muh. Zuhdy Irawan**  
Civil and Environmental  
Engineering Department  
Gadjah Mada University  
Jl. Grafika 2, UGM, Yogyakarta  
55281  
Telp : 085641025880  
[imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

**Margareta Friman**  
Samot/CTF, Karlstad University,  
SE-651 88 Karlstad, Sweden. Tel.:  
+46 (0) 54 700 11 68;  
[Margareta.Friman@kau.se](mailto:Margareta.Friman@kau.se)

**Abstract**

Multiple regression analysis are used to examine the dimensions of satisfaction with travel scale (STS). Such method is used to understand the behavior changing before and after implementing of quality improvement since the karstadsbuss presented the new comfortable bus. The random sample data based on subjective response were collected before and after implementation of new quality attributes in Karlstad city (n = 459). The data before and after contains of different group of respondents. The process is statistically, the high loadings factors are expected to explain of dimensions of STS (i.e. positive activation, positive deactivation, and cognitive evaluation). The result yielded that the average of items were significantly increase in almost all items. The result also revealed that accessibility and mobility factor was the greatest effect for positive activation and cognitive evaluation and in the meanwhile, information on board affect positive deactivation.

**Keyword** : *customer satisfaction, travel behavior satisfaction with travel scale (STS),*

**INTRODUCTION**

Improving the quality of service attributes will increase customer satisfaction such as reliability and service planning (Eboli&Mazzulla, 2007), safety and security (Felleson and Friman, 2008), service frequency and getting a seat (Hensher et al., 2003). However, improve service quality is not automatically lead customer satisfaction (Friman, 2004; Friman&Felleson, 2009) nor automatically moving private vehicles to the public transport as mode choice (Fujii& Kitamura, 2003). In order to the quality improvements meets customer expectations, the service should offer the quality required by regular and potential users (Beirão& Cabral, 2007).

Supporting sustainable society and make a better public transportation, in 2013, Karlstad city, which is among 25 largest cities in Sweden presented new buss. They changed their city buss due to increasing demand of public transport through people live without private vehicles. Not only new busses but they also make several improvements of the quality including free internet (Wi-Fi), buss-screen TV, surveillance camera, and the new larger-space design of buss

The purpose of this paper is to analyze the relationship between satisfaction about overall service and service quality attributes in Karlstadsbuss before and after the implementing of quality improvement. The data collection method used is a repeated cross-sectional survey including questions of satisfaction with travel (STS) and satisfaction with different quality attributes. Such assessment is important to get a better understanding about the changing of travel behavior and performance of the attributes required by passenger

## **THEORETICAL FRAMEWORK**

### **Customer satisfaction**

Customer satisfaction is a specific form of domain-specific subjective well-being (SWB) as the users of public transport were asked with the specific domain of the day. D. Ettema et al. 2010; D. Ettema et al. 2012 noted that SWB is defined as the degree to which an individual positively evaluates the overall quality of their lives. SWB or commonly called happiness are developed by affective component, referred to the emotional experiences of episodes during specified time intervals, and a cognitive component means a judgment of life satisfaction.

In the other word, satisfaction is ‘the consumer’s fulfillment response. It is a judgment that a product/service feature, or the product or service itself, provided (or is providing) a pleasurable level of consumption-related fulfillment, including levels of under- or over-fulfillment’ (Oliver 1997 p. 8). However, the dissemination about consensus definition of customer satisfaction has evoked debate about understanding of customer satisfaction in an apparent condition. Researchers have found several considerations; whether customer satisfaction is an evaluation process or subjective responses, whether customer satisfaction is cognitive of affective responses, and the last is the conceptualization of customer dissatisfaction (Peluso 2011 p. 15). Furthermore, Giese and Cote (2000 p. 17) deliberated and established the component of customer satisfaction as a review affective response of varying intensity with a time-specific point of determination and limited duration and directed toward focal aspects of product acquisition and/or consumption

### **Service Quality and Customer Satisfaction in Public Transport**

The assessment of public transport through satisfaction and quality attributes has been proposed to define Public Transport Quality. These attributes may vary and resulting different objectives because the different characteristics and behavior in each field.

Reliability in public transport is necessary as inconsistently time in commuting activities can reduce the satisfaction level. Cantwell et al., (2009) have demonstrated the quality attributes in bus and rail that affect transport commuters satisfaction in Dublin city Centre. Using subjective data they found that respondents have high stress levels when using unpredictable public transport, the longer waiting time, the higher stressed they feel. Hence, they stated that the passenger would gain a high value from improvement reliability such as punctual waiting time and travel time.

Wall and McDonald., (2007) have conducted study regarding the development of quality attributes involving increasing the frequency, travel information, and the introduction of new buss in Winchester. They claimed that the frequency of service changes is normally in response to change in passenger demand (p. 168). The result notes that the improvement of quality attributes can increase bus patronage. Surprisingly, the introduction of new comfortable buses with excellent access to disable and elderly in some routes does not certainly attract new customer but can only increase users’ satisfaction level. The travel information at bus stop and pocket travel map has low influence to attract new users than service frequency but still increase the satisfaction level.

Accessibility and mobility of public transport is one of the most important factors that determine the quality of public transport. A quantitative study by Woldeamanuel and Cyganski (2011, p.15) found that the public transportation accessibility could change the

mode shifting and increase the satisfaction in Germany. They also found that the more frequent users use public transport, the more increase satisfaction they give and it is showed by the high number of trip related to the positive perception. For instance, good public transport accessibility to the public hub supports the daily activities such as shopping activities.

Speed and safety attributes are also influencing customers' satisfaction with the perceived quality. Pucher et al. (2005) noted that the speed is the significant factor that enhances customer satisfaction in public transport. They collect the subjective data from the passenger before and after reforms of public transport in Seoul, in 2004. They found that after the reforms of the public transport the satisfaction of the customer increased and, therefore, automatically increasing the number of passenger. Moreover, the separated lanes between public transport and private vehicles generate almost 90 % satisfaction level, this is because the increasing of speed and integrated routes reach safety condition of the passenger.

## **METHODOLOGY**

The number of population in Karlstad in 2012 was 86.929 citizens (Karlstad Kommun), average of the population in 32 zones in Karlstad were 2.717 citizens (SD = 1678, 4)<sup>1</sup>. The total population is applied to decide the sample of the study because of inadequate data about how many people use public transport compared to active people. Although the population has several drawbacks like not every single person in population doing trip every day, age factors and not everyone use public transport, but the population is used appropriately for further analyze. With confident level 95% (margin error 7% and precision level given 0.5), the number of minimum sample is 196 respondents. However, to ascertain analyzing the data suitably, the sample rounded up maximum to 250 respondents in each test (pre-test and post-test).

### **Respondents**

First session was carried on June 2013 before the bus has not been yet renewed. There were 3 (three) officials conducted the survey, the survey was held in several times in the day and in different days in a week due to finding a design and data suitably in worked days and off days because satisfaction is influenced by events experienced when using a travel mode (Friman and Gärling, 2001). Furthermore, it was assumed that the unique circumstances differently in certain conditions for instance the crowdedness in the peak hours, weather conditions, time services in the working days and weekend. As much as 250 questionnaires distributed in the city centre (StoraTorget), which is the transport hub of modes interchange and can be perceived as Central Business District (CBD) in Karlstad. The survey had been held when the passenger was waiting and transfer buss at city centreated Paper and Pena participant filled the question approximately 5-10 minutes. Of these, 249 people were filled the questionnaire and only one respondent who did not return the data (Blank data). Afterward, the second session was held on September 2013 after the implementation of quality improvement as much as 250 questionnaires was spread out in the same place with a similar pattern. Of these, all of the questionnaires or 250 data was fully returned.

### **Questionnaire**

The data set consists of 10 questions, which is separated into three parts concerned with public transport services. The first part assesses about perceived performance of quality attribute from the passenger perspectives. For each question, respondents checked a seventh-point Likert- scale is ranging from “Strongly Disagree (1)” to “Strongly agree (7)”. The question is about the general quality attributes of public transportation that respondents not were only asked about the improvement in Karlstadbuss but overall services in Karlstadbuss. The question items base on the quality attributes enhanced by Karlstadbuss such as the written information provided on board, announcements of stops, number of seats / space, sound level on board, lighting on board, and the room temperature on board. Additionally, the other topics are adjusted from preceding literatures over the world as the resemblance with this circumstance such as reliability, speed, frequency, accessibility, information provision, price, easiness to transfer (interchanges), comfort, safety and convenience (Zeithaml et al. 1990; Redman et al., 2013).

The second part shed light on the satisfaction with travel scale (STS), which is adapted from Friman et al., (2013) aimed to explore experienced decision of passenger that covering 3 questions. Hence, each question is characteristic of positive activation (PA), positive deactivation (PD), and cognitive evaluation (CE) and respondents checked a seventh-point Likert- scale is ranging from (-3) to (3). The last part asked on demographic factor that interpreting about sex, and behavior responses of passengers such as purpose of the trip, activity on board, and how often they use of public transport.

## **RESULTS AND DISCUSSIONS**

### **Pre-study**

The result of average analyses in pre-study showing mean values was different in each 25 items (see table 1). There are two higher perceived qualities in pre- study, i.e. distance traveled to the nearest bus stop and safety. This result was supported by the real conditions of distance traveled to the nearest bus stop, which was quite short because the route of Karlstadbuss covers almost entire area. Moreover, safety was a major concern of Karlstadbuss since they focused to reduce the number of injuries and fatalities in traffic (Karlstadbuss 2013). On the other hand, the lowest mean value in pre-study was temperature on board. This fact appears due to the bus operator could not control the temperature on board since the Karlstad has different weather especially in winter season that the bus need to be warmer.

The factor analysis in pre-study produced 6 latent factors i.e. accessibility and mobility, comfort, cost and efficiency, announcement and responsibility, Information and Communication Technologies (ICT's), and safety. Bartlett's Test of Sphericity with Chi-Square 2208.338 (df 231) and sig = .001 < 0.05. It indicated that the correlation matrix was not an identity matrix so that principal component analysis can be performed. In addition, the result of KMO value was equal to 0.895 and p-value was = .001 (< 0.05), these values fall within the category of more than decent for the benefit of factor analyses (according to Field, 2009) and, therefore, the variables can be further analyzed. Furthermore, the accessibility and mobility was given the high variance, which was explained by 33.95 %. The result might occur as evidence that Karlstadbuss provided an easier route, more reliable, and frequent departures.

**Table 1.** Average (Md) pre-study and post-study of perceived quality

No	Items	Mean (Md)		No	Items	Mean (Md)	
		Pre	Post			Pre	Post
1	Information On Board	4.38	5.54	14	Distance traveled	5.52	5.66
2	Announcement Stop	5.07	5.73	15	Price	3.85	4.35
3	Seat & Space	4.42	5.68	16	Payment process	4.35	5.15
4	Noise on board	4.53	5.43	17	Coordination of bus	4.09	5.08
5	Lighting on board	5.22	5.94	18	Information at Bus stop	4.83	5.53
6	Temperature on board	3.39	5.63	19	Information on Website	4.69	5.51
7	Cleanliness on board	3.99	5.94	20	Mobil Application	4.50	5.60
8	Board & Exit	4.87	5.74	21	Safe	5.43	6.09
9	Frequency	4.86	5.42	22	Convenience	5.22	5.79
10	Travel time	4.91	5.66	23	Continue	4.64	5.20
11	Comfort	4.60	5.84	24	All Activities	4.40	5.09
12	Driver attitude	4.51	5.43	25	Accessibility	4.52	5.25
13	Punctuality	4.12	4.80	26	Satisfaction Network		5.25

\*pre = pre-study: before implementation \*post= post study: after implementation

In Table 2 showed that comfort has a positive impact on all STS dimensions as passengers feeling more comfortable during the trip. Given the loading factor of comfort (Seat, noise, lighting, temperature, cleanliness, comfort), this may imply that they feel more confident (e.g. due to low noise level) and even more alert (e.g. due to comfortable and the atmosphere on board). Furthermore, information website and phone application were not linked to positive activation and positive de-activation, it was, however, provided a positive impact on cognitive. It is relevant because cognitive process assesses ICT's by knowledge and skill. Meanwhile, positive impact on cognitive evaluation may imply that ICT's gave positive experience due to the system of ICT was easy to understood thus making the trip more quickly.

**Table 2.** Result of Regression analysis of STS model in Pre study

	Positive Activation		Positive Deactivation		Cognitive Evaluation		Cronbach's A
	Coeff.	Sign.	Coeff.	Sign.	Coeff.	Sign.	
(constant)	1.229	.000*	.473	.000*	1.014	.000*	0.879
Accessibility & mobility	.296	.000*	.200	.012*	.298	.000*	
Comfort	.384	.000*	.403	.000*	.465	.000*	
Cost & efficiency	.325	.000*	.216	.007*	.254	.000*	
Announcement & Responsibility	.223	.004*	.383	.000*	.191	.007*	
ICT's	.012	.878	.046	.560	.189	.008*	
Safety	.033	.656	.187	.018*	.167	.017*	
Model summary							
R Square	.229		.224		.295		

	Positive Activation	Positive Deactivation	Cognitive Evaluation	Cronbach's
Adjusted R Square	.208	.203	.277	
ANOVA <sup>b</sup>				
F	11.314	.000 <sup>a</sup>	10.997	.000 <sup>a</sup>

Note: <sup>a</sup>*p* < .05.

### Post-study

There was a variation in mean values in post-study consisted of 26 items (see table 1). The higher perceived value was safety, which can be defined as passengers feel safer traveling by public transport than private vehicles. This evidence was in line with the Vision of Karlstadbus, i.e. "easy to live without a car". Previously, crowded bus was causing traffic jam, thus, in order to actualize such vision they tried to make a Karlstadbus safer and quieter traffic (Karlstadbus, 2013). Further, price was found to be the lowest mean values although the rate was still noted in satisfy level (mean 4.35 on a 1 to 7 scale). Such item should be focused because price has a significant impact related to retain passenger and mode choice. A reasonable explanation is that the offering price is not fully fulfilling associated to high service quality perceptions when trip by Karlstadbus. It was likely that the respondents in certain circumstances comparing service quality and reasonable price offered by Karlstadbus with private vehicles.

The factor analysis generated seven latent factors i.e. accessibility and mobility, comfort, reliability, information on board, information communication technologies (ICT's), responsibility, and the interior on board. The Kaiser-Meyer-Olkin measurement was giving the sampling adequacy for the analyses, KMO = .864 ("great" according to Field, 2009). Indeed, all KMO for each item more than > 0.67, which was above > .50 (Field, 2009), such value indicated that the data was well to the further analysis. The model result was correlated, and it can be seen on Bartlett's Test of Sphericity test with Chi-Square 1399.117 (df 300), *p* < 0.05. It showed that the correlation among variables was sufficiently good for principal component analysis. Similar with pre-study result, the accessibility and mobility gave the high variance explained by 36.11 %. Its result was the indication that the Karlstadbus have a great mobility and accessibility by providing an easier route and more frequent departures that make perceived value higher than the other factors.

**Table 3.** Result of Regression analysis of STS model in Post study

	Positive Activation		Positive Deactivation		Cognitive Component		Cronbach
	Coeff.	Sign.	Coeff.	Sign.	Coeff.	Sign.	
(Constant)	2.013	.000*	1.123	.000*	2.011	.000*	
Accessibility & Mobility	.449	.000*	.251	.016*	.294	.000*	0.851
Comfort	.137	.119	.337	.002*	.173	.033*	0.724
Reliability	.124	.140	.313	.003*	.236	.002*	0.73
Information on board	.141	.133	.451	.000*	.155	.071	0.581
ICT's	.221	.011*	.279	.009*	.177	.025*	0.797
Cost & Responsibility	.197	.025*	.283	.010*	.022	.787	0.729
Interior On Board	.108	.239	.088	.444	.142	.092	0.678
Model summary							

	Positive Activation		Positive Deactivation		Cognitive Component	Cronbach
R Square	.338		.379		.306	
Adjusted R Square	.293		.335		.256	
ANOVA <sup>b</sup>						
F	7.383	.000 <sup>a</sup>	8.702	.000 <sup>a</sup>	6.163	.000 <sup>a</sup>

\* $p < .05$

The regression analysis in post-study obtains various models influencing STS dimensions (see table 3). In addition, it was noticed that accessibility and mobility leads to substantial affect in positive activation and cognitive evaluation. The effect was also giving positive for positive deactivation, yet, it was only a small number. Apparently, accessibility and mobility reached people felt confident and alert. This case could be related to the perceptions of the traveler about the trip will run properly because the bus well-manage the trip with high safety and security.

Information on board was giving significant value to positive deactivation. However, the effect was not correlated to positive activation and cognitive evaluation. A viable statement that the information on board drives respondents felt enthusiastic engaged and alert because it may relate to the comfort feeling on-board. It enables the passenger to enjoy more entertainment activity (bus TV or scenery), without spend a high effort to reach the information about destination; as Karlstadsbuss always informs of the bus position before the bus stop with running text information on board and provide time schedule in every bus stops. Moreover, passenger felt engaged since they were involved in the services, where they have to press the stop button if they want to stop in certain empty bus stop. Such activity occurs because the bus will not stop at empty bus stop unless the passenger on board presses the stop button.

## Discussion

The results showed that the respondent was satisfied with the quality improvements. From the quality ratings, an increase was detected in the mean values for nearly all items included in the study. The results are not surprising. Even though the quality improvements were not “a total re-makeover”, it is common to witness a spill-over effect were users perceive improvements in other areas that are not subjected to a change (Gray, 1992). This is, however, not always followed by an increase in the number of new passenger (Wall and McDonald, 2007; Pucher et al., 2005). It can be concluded that the respondents perceived a positive response related to the implementing quality improvements.

There are two items considered as small discrepancies between pre- and post-study since there were no actual improvements in such attributes. Those items are distance traveled to the nearest bus stop with mean values 5.52 in pre study and 5.66 in post- study, and price paid mean values for the trip are 3.85 in pre study and 4.35 in post- study. Distance traveled showed a value more than 5, thus, it can be considered giving more satisfied than price paid. Small discrepancy mean values in the distance traveled to the nearest bus stop can be assumed that there was no changing in this item since the discrepancy of mean values was not significant. Apparently, in the real conditions, after the improvement, there was no developing infrastructure to make the distance traveled shorter (e.g. the number of the bus stop was not increased).

Two possible explanations are given for the detection of a small difference in satisfaction with the price paid. First, it was acknowledged in media and in advertisement that there was no increase or decrease in the price paid before and after implementing new comfortable buses. This knowledge among the users is likely to explain the results. Second, a small change in satisfaction toward a small increase in satisfaction with the price paid could be explained by the willingness to pay a fair price for service. In the post-study, the respondents perceived the service offered by Karlstadsbuss as better than before implementing the new comfortable bus. This explanation relies on the budget and preference theory (Grassi, 2008), and is supported by studies in England (Public management foundation 1996, in Van de Walle and Bouckaert, 2003). The theory posits that more than 50% are willing to pay more tax for better public services.

### **Satisfaction Changes**

Summarized the satisfaction with travel scale (STS) related to the quality factor, the pre-study revealed a steady construct of factor affected satisfaction, i.e. comfort that lead STS dimensions. However, the post-study has variety model, where accessibility and mobility were found lead positive deactivation and cognitive evaluation. Thus, information on board was leading in positive deactivation. It is reasonable as the offered service by Karlstadsbuss continuously and extensively improves which make the perception among the users too vary. Nevertheless, the improvement of new bus with numerous quality improvements has enhanced customer satisfaction with travel scale. It would occur because the satisfaction appeared due to the consumer's fulfillment response (Oliver 1997 p. 8) means that an individual could resolve their problem and life usually with Karlstadsbuss services.

### **Conclusion**

The increasing of new and more comfortable bus has increased the rating of quality attributes, which can be seen by the average and the amount of perceived quality by respondents. Both of distance traveled and price have smallest discrepancy because it is concluded that there wasn't changing improvement such attributes in before and after implementing of new comfortable bus. Furthermore, the perceived quality showed that there were several improvement of perceived quality where the total explained variance of post study. This finding can be concluded that, even though the quality improvements were not "a total "re-makeover" it is common to witness a spill-over effect were users perceive improvements in other areas that are not subjected to a change.

The result of analysis regression showed that the steady construct of STS dimensions in pre-study as the comfort becomes the greatest effect. Hence, there is a changing perceived to the STS dimensions after implementing new improvement. The greatest effect was accessibility and mobility for positive activation and cognitive evaluation and in the meanwhile, information on board affect positive deactivation. It can be summarized that the satisfaction changes because the improvement correspond the accessibility and mobility need of users as the service offered at the reasonable level.

## REFERENCES

- <sup>1</sup> "Befolkningssiffror 2012-12-31". Domino11.karlstad.se. accessed 2013-04-17.
- Beirão, G. G., & Sarsfield Cabral, J. A. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14(6), 478-489. doi:10.1016/j.tranpol.2007.04.009.<sup>2</sup>
- Cantwell, M., Caulfield, B., O'Mahony, M., (2009). Examining the factors that impact public transport commuting satisfaction. *Journal of Public Transportation* 12 (2), 1–21.
- Eboli, L., & Mazzulla, G. (2007). Service Quality Attributes Affecting Customers Satisfaction for Bus Transit. *Journal Of Public Transportation*, 10(3), 21.
- Ettema, D., Friman, M., Gärling, T., Olsson, L. E., & Fujii, S. (2012). How in-vehicle activities affect work commuters' satisfaction with public transport. *Journal of Transport Geography*, 24, 215-222.
- Ettema, D., Gärling, T., Olsson, L.E., Friman, M., (2010). Out-of-home activities, daily travel, and subjective well-being. *Transportation Research A* 44, 723–732.
- Fellessen et al (2009). Common Interest Group: The relationship between objective quality and customer satisfaction ; Final Report, February 2009. <http://best2005.net/>.
- Fellessen, M., and M. Friman. 2008. Perceived satisfaction with public transport services in nine European cities. *The Journal of Transportation Research Forum*. 47:93-103, *Transit Issue Special*.
- Field, A. (2009). Discovering statistics using SPSS : (and sex and drugs and rock 'n' roll) / Andy Field. Los Angeles ; London : SAGE, cop. 2009.**
- Friman, M., & Fellessen, M. (2009). Service Supply and Customer Satisfaction in Public Transportation: The Quality Paradox. *Journal Of Public Transportation*, 12(4), 57.
- Friman, M., & Gärling, T. (2001). Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. II. *Journal Of Retailing And Consumer Services*, 8(2), 105-114. doi:10.1016/S0969-6989(00)00004-7
- Fujii, S., & Kitamura, R. (2003). What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experimental analysis of habit and attitude change. *Transportation*, 30(1), 81-95. doi:10.1023/A:1021234607980.
- Giese, J.L. and Cote, J.A. (2000), "Defining Consumer Satisfaction." *Academy of Marketing science review*, 1(available at <http://www.amsreview.org/articles/giese01.2000.pdf> visited on march 11<sup>th</sup> 2014).
- Grassi, S. (2008). Public and Private Provision under Asymmetric Information: Ability to Pay and Willingness to Pay. San Domenico, Italy, European University Institute.
- Gray, G. E. (1992). Perceptions of public transportation. *Public Transportation*, 2nd Edition. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Hensher, D. A., P. Stopher, and P. Bullock. (2003). Service quality—developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. *Transportation Research Part A* 37: 499-517.
- Oliver, R. L. (1980). A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. *Journal Of Marketing Research (JMR)*, 17(4), 460-469.
- Peluso, A. M. (2011). Consumer satisfaction [electronic resource] : advancements in theory, modeling, and empirical findings / Alessandro M. Peluso. Bern, Switzerland ; New York : Peter Lang, c2011.

- Pucher, J., Kim, M., Song, J. (2005). Public transport reforms in Seoul: innovations motivated by funding crisis. *Journal of Public Transportation* 8 (5), 41–62.
- Redman, L., Hartig, T., Friman, M., & Gärling, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 25119-127. doi:10.1016/j.tranpol.2012.11.005
- Wall, G., McDonald, M. (2007). Improving bus service quality and information in Winchester. *Transport Policy* 14 (2), 165–179.
- Woldeamanuel, M. G., & Cyganski, R. (2011). Factors affecting travellers' satisfaction with accessibility to public transportation. In *European Transport Conference 2011*.
- Zeithaml, V. A., Parasuraman, A. A., & Berry, L. L. (1990). Delivering quality service : balancing customer perceptions and expectations / Valarie A. Zeithaml, A. Parasuraman, Leonard L. Berry. New York : Free Press, cop. 1990.

# THE TRANSFORMATION OF PRIVATE VEHICLE USERS TO PUBLIC TRANSPORT USERS (CASE STUDY: BALI, INDONESIA)

**I Wayan Arnaya**  
Student  
Master Programme in Transport  
System and  
Engineering GadjahMada  
University- Karlstad University  
Jl. Grafika no. 2 Yogyakarta  
55281  
Phone: (0274) 524712  
[arnaya@yahoo.co.id](mailto:arnaya@yahoo.co.id)

**Margareta Friman**  
Professor of Psychology Service  
research centre (CTF) and Samot  
VINN Excellence Centre Karlstad  
University, Sweden. Phone:  
+46547001168/+46734606554  
[Margareta.friman@kau.se](mailto:Margareta.friman@kau.se)

**Imam Muthohar**  
Lecturer  
Master Programme in Transport  
System and Engineering, Faculty  
of Engineering GadjahMada  
University, Indonesia. Phone:  
(0274) 545675  
[imuthohar@mstt.ugm.ac.id](mailto:imuthohar@mstt.ugm.ac.id)

## Abstract

One of the roots traffic congestion is high number of private vehicle which triggered by an increase in the number of population. Switching users of private vehicle to public transport regarding to the affecting factor supposed to be examining first to solve traffic congestion. Based on factor analysis, there are two major factor on transport mode choice; quality (time, comfort, cleanness, safety, security, accessibility, and reliability) and cost. Therefore, the government should be taking into considerations priority, which offer high contribution on solution made as priority. In order to achieving goal; the quality criteria reached contribution value that of 68% and 32% for cost criteria. Quality criteria compiled by time which has 61.8% of contribution value, safety (15.2%), accessibility (9.1%), security (8.8%), reliability (2.4%), comfort (1.7%), and cleanness as the priority within quality criteria has 1% of contribution. On the other dimension, cost criteria contain of fuel subsidy reached 95.664% of contribution, parking rate (3.947%), progressive tax (0.366%), and LCGC issue (0.023%).

**Keyword :** *Affecting factors, priority, sensitivity.*

## INTRODUCTION

Transportation plays a major role intended for economic growth and social development to preserve standards quality of life (Redman et.al 2012). Rapid economic growth culminating in increasing to fulfill the transport demand mobility. Most of the people highly rely on private vehicle to respond their mobility since it more effective and efficient (Ellaway et. al. 2003). This phenomenon resulted in increased private-vehicles ownership and also the use. Based on BPS (2012) the numbers of vehicles in Indonesia reached 94.373.324 units by 2012 which is dominated by motorcycles (76.381.183 units) and cars (10.432.259 units) sequentially, and only about two million number of public transport in Indonesia.

Most of urban cities in Indonesia are suffered due to congestion that constitutes to the classic problem that entail quick response and appropriately. Bali, as part of those stories also has similar experience regarding congestion. Moreover, Bali as popular tourism object has particular factors since it attracted high visitors from outside the city on every year and indicated by the high number of travel demand. This condition will be solved if there are available of an integrated public transport system. Contextual to this, Trans Sarbagita as one of Local Government efforts in the pursuit those still lack of performance to increase the travel demand. Balinese people are preferred to use motorcycles or car rather than public transport in their daily activity.

Population and income have positively associated with the travel demand for transport. By its population, 3.686.665 people, Bali's Gross Domestic or the average income of people are raise at 11,72% in 2012 (Bali Dalam Angka, 2013). This overview is a line with the vehicle ownership percentage that also increase 10,12% in 2012. In a broad term, the higher income is tied to larger activity spaces and so with the longer trips length. These circumstances encourage the local government to find the effective policy to reduce the willingness of people to use or buy a private vehicle. One of the effective and efficient ways is the transformation efforts to move people from using a private vehicle to an available public transport.

The reason behind of the high number on private-vehicle user results from individual decision such as an ease and practical mode of choice for a trip purpose. Current Trans Sarbagita as one of value proposals for the society are considered as unfavorable mode of choice since it has unreliable route, schedule, and low service level (BSTP, 2009). A side from user satisfaction on Trans Sarbagita, König (2002) stated the other factor influencing the society on selecting transport modes is the mode availability, travel cost, travel time, individual factor (safety, convenience, comfort, age, gender and attitude), flexibility, reliability, income, and household.

The high number on private vehicle user is also taken apart on the negative impact to the environment. Since it contribute to traffic congestion which leading on significant pollution (air pollution and noise) and also high consumption of non-renewable resources (Redman et.al, 2012). Traffic congestion becomes increasingly problematic when the problem-solving just focused on road capacity or the supply side without considering the global effect; at once it solves the problem just in short-term (Tamin, 1999). In line with Hensher (1998) that stated "the traffic will probably just go bang" and the "city will grind to a halt" if we build more roads and neglected public transport. Hence the best effective approach is transport demand management (SUTP, 2009).

Transport policy as the main control over the existing transport problems has a particular part to overcome current issues. Transport demand management as one of transport policies that focuses on improving transport efficiency be expected could be used regarding this case. By launch limitation on private vehicle user and encourages using public transport so as more efficient, healthier, and environmentally a line with Triple Bottom Line (TBL) (Edvardsson & Enquist, 2009), TDM will be an appropriate approach for this situation.

Furthermore, providing sustainable transportation through integrating transport policy constitutes a vital instrument to maintain an environment. Sustainability has a significant role due to cover TBL: environment, economic, and social. Regarding World Commission on Environment and Development (1987) declared that a sustainable development is responding to the needs without disturbing upcoming generations' needs. It can achieve during implemented transport policy. Considering transport policy has a direct impact for travelers; the integration plays a crucial part to approve sustainable development.

Economic growth rapidly encourages people to conduct extraordinary mobility. Therefore, they desire for effective and efficient transport's modes that can be provided by private vehicle. It became the primary choice because of flexibility, having direct access, saving travel time, and safer than public transport (Budiono, 2009). Consequently, vehicle ownership in Bali reached 2.749.164 units in 2012 which is dominated by motorcycles (2.374.604 units or 86.37%) and car achieved almost 10%, moreover public transport just about 0.2% unfortunately (Bali Dalam Angka, 2013).

Aside with poor performance of current public transport services, it resulted from inappropriate policies such as low parking rate, the cheap price of a motorcycle, low tax on private vehicles, high fuel subsidy for private vehicle (price for 1 ltr fuel = Rp. 6.500 = ± 4,- SEK) and contradicting policy to approve mass production of low cost green car (LCGC).

Three main questions arise in order to investigate and solve the problem such as: What are the factors that influencing transport modes choice in Bali?, Which policy has to be evaluated as priority?, How the sensitivity of people opportunity in transport mode choices when some attributes (factors) changed?

## **METHODOLOGY**

Respondents are the ones who ever use both of private-vehicle and public transport for commuting. It is troublesome to deal with gathering information on all of the respondents since it has a high number and also the time limit. Data collection plays an important role in the research analysis process since it provides a feasible and valid data. In addition gathering data is not simple to conducted considering the data should be representative (high number of respondents) and reliable.

Primary datum originates from spreading questionnaire and filed by respondent. Aggregate of respondents is 107 people who ever use private-vehicle and public transport for commuting. Mostly the distribution of a questionnaire conducted via electronic (email, facebook, etc.). In addition, assistants facilitate the data collection process directly encounters the respondents. Spreading questionnaire had been responded well, hence, there is no missing respondent since they believed this was relevant topic in Bali. Data collection was separated into five parts: (1) Demographics information, the questionnaire involve life characteristics of respondents such as: sex, income, age, driving license, education, occupation, (2) Travel pattern, trip purpose, travel time, travel cost, transport modes option, (3) Factors that affect transport mode choice, travel time, travel cost, cleanness, security, safety, reliability, accessibility, comfort, (4) Response of changing characteristics, it showed the behavior of the respondent after features changed increasing travel time, raising parking rate, increasing tax, remove fuel subsidize, eliminate “cheap car” policy, (5) Choosing alternatives, this part provide some alternative's policy should be implemented first in order to switch car-use to using public transport, (a) cost approach: high parking rate, high taxation, no fuel subsidies, no cheap car issue, (b) quality approach: decreasing travel time, increasing security, comfort, cleanses, safety, accessibility, and reliability.

## **ANALYSIS**

### **Factor Analysis**

Within factor analysis, all of the data not necessarily could be analysis. So, reliability test and also validity test is required to examine the data could be analysis or not. Reliability evaluation is possibly by Cronbach's  $\alpha$  (Cronbach, 1984) and validity test through “KMO and Bartlett test.”

The coefficient value of Cronbaach's Alpha shows 0.896, it is equal to 89.6%. Standard of accepted value for determining internal consistency of the theoretical construction is 80% (Anastasiadou, 2006). The value of Cronbaach's Alpha is exceeding that of 80%, its means the data is reliable. Validity evaluation aims to measure sufficiency of the data sample. The

index of “KMO and Bartlett’s test” as the main tool to provide the value of sufficiency index in factor analysis. The coefficient's value of “Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy” demonstrates 81.6%, and it indicates the data was valid since the minimum standard of validity is 70% (Anastasiadou, 2011). Moreover, assumption test of sphericity by Bartlett Test is accepted on a level of significance  $p < 0.005$  since it has a low level of error (0.000) and Approx. Chi-Square = 320.894. Therefore, both of the acceptance tests of proceeding factor analysis are satisfied; the value of reliability test exceeded that of 80% (89.6%) and the value of sufficiency sample is overcomes 70% (81.6%) by far.

The following table 1, providing the principle of clustering factor based on communalities value, eigenvalue, the percentage of explained variance, Cronbach’s  $\alpha$  and test of sufficiency sample (KMO and Bartlett’s test). The yield elaborated seven items variables as time, security, comfort, cleanness, safety, accessibility, and reliability particularly lies on the first factor (F1) with high loadings value that of 0.58, 0.692, 0.789, 0.758, 0.826, 0.744, and 0.741 respectively. Eigenvalue of the first component is 3.837. In addition, the second factor only placed by variable of cost has 0.708 of loading value with 1.098 of eigenvalue. Furthermore, test of reliability and sufficiency (validity) demonstrate the data is worthy considering the two acceptance standards of factor analysis were satisfied (“KMO and Bartlett’s test”  $> 70\%$  and Cronbach’s  $\alpha > 80\%$ ).

The communalities score (Table 1) portrays the contribution of eight items variables to the factors. All of the score of communalities performed rating which is higher than 0.5; satisfactory quality for measuring affecting factor (Anastasiadou, 2011).

**Table 1** The principal of extracting factors

Components	Factors		Communalities
	F1	F2	
Time	.580		.587
Cost		.708	.542
Security	.692		.676
Comfort	.789		.724
Cleanness	.758		.607
Safety	.826		.683
Accessibility	.744		.591
Reliability	.741		.624

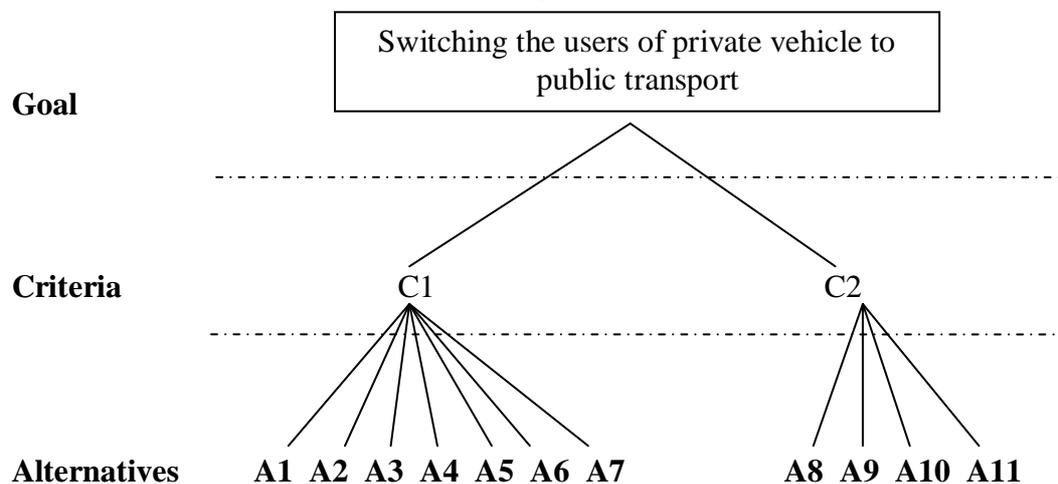
**Table 1** The principal of extracting factors

Components	Factors		Communalities
	F1	F2	
Eigenvalue	3.837	1.098	
Variance Explained (%)	47.958	13.729	
Total Variance Explained (%)	61.688		
Total Reliability Cronbach’s $\alpha$ (%)	89.6		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of sampling Adequacy= 0.816			
Bartlett’s Test of Sphericity: $\chi^2 = 320.894$ , $df = 28$ , $p = .000$			

Finally, the analysis factor arises two factor-composite components, which is named: “Quality” for the first component and “Cost” for the second component. It means there are two main factors that influence transport modes choice in Bali.

### Analytical Hierarchy Process

In order to resolve these problems, analytical hierarchy process (AHP) has been applied with three-level of hierarchy regarding affecting factors. The first level is arranged of the final aim of this study: transforming or switching the user of private vehicle to public transit. The second level describes the criteria based on influencing factors on choosing modes of transport which are supposed to be assessed: the criteria of quality and cost. The lowest level represents alternatives or policy per criterion for switching the user of private vehicle: time, security, comfort, cleanness, safety, accessibility, and reliability as alternatives of quality. Furthermore, public policy issues were added since it has an important role on affecting transport mode choices: subsidy of fuel, parking rate both of motorcycle and car, annually tax of vehicle, and low cost green car issue as cost alternatives. The structure of hierarchy is provided by figure 1.



**Figure 1.** The structure of analytical hierarchy process in order to switching the users of private vehicles to public transport

**Table 2.** The description of criteria and alternatives of AHP

Alternatives	Criteria	
	C1 (Quality)	C1 (Cost)
	Increasing quality of public transport constitutes one of the “pull” management	Influencing travel cost, thus the operating cost is getting higher (push management)
A1 (Time)	Reducing travel time (waiting time, in-vehicle time, walking time, etc.) of Public Transit	
A2 (Security)	Security improvement	
A3 (Comfort)	Adding facilities to increasing the convenience	
A4 (Cleanness)	Improving cleanness	
A5 (Safety)		
A6 (Accessibility)		

Alternatives	Criteria	
	C1 (Quality)	C1 (Cost)
	Increasing quality of public transport constitutes one of the “pull” management	Influencing travel cost, thus the operating cost is getting higher (push management)
A7 (Reliability) A8 (Fuel Subsidy) A9 (Parking Rate) A10 (Annually tax) A11 (LCGC)	Safety first Public transport could cover all of the areas. Public transport is reliable	Remove fuel subsidies gradually Increasing parking rate for private vehicle Increasing annually tax for private vehicle Reviewing low cost green car policy (remove)

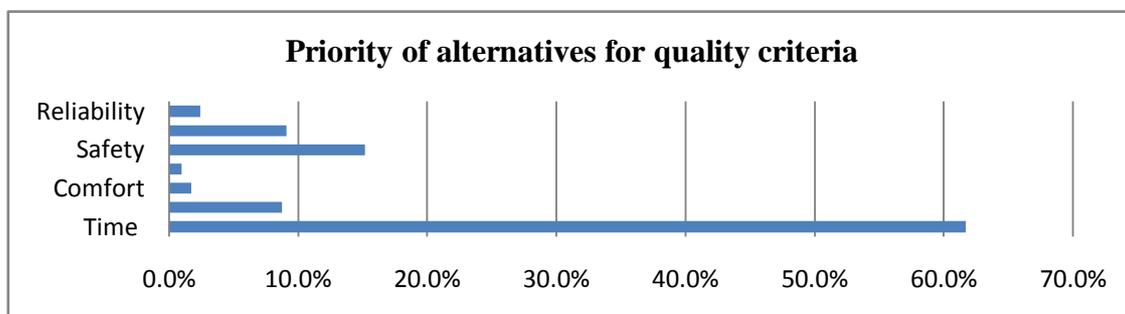
By comparing the criteria on the level II, the yield indicates that the most important element is C1 ‘the quality of public transport’ in order to switching the users of private vehicle to public transit. The quality element has the level of importance 4.9 times more dominant than C2 “criteria of cost” with the weight value is 68% whilst cost only reached 32%. The quality improvement of public transit in the context of this research should be used as a priority based on respondents assessment considering people highly rely on quality of transport instrument for running mobility. Weight value between these criteria elaborated on the following table 3.

**Table 3.** The matrix comparison of criteria

	Cost	Quality	Weight Vector
Cost	1	0.859509	0.32
Quality	4.940958	1	0.68
Σ	5.940958	1.859509	

Within criteria of quality (C1), seven alternatives were provided regarding affecting factors (time, comfort, safety, security, cleanness, accessibility, and reliability). Comparison between those alternatives carried out through paired-wise comparison; the entire factor was compared with each other.

Due to the value of CR is less than 10% (3.6%), the matrix is considered to be consistent. The following figure 2 is the results of the priority alternatives based on quality criteria.

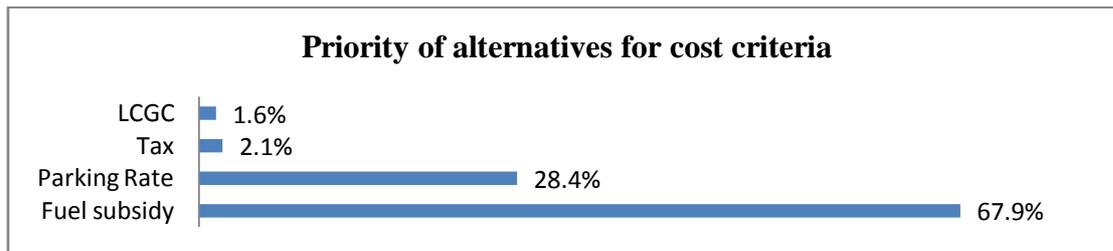


**Figure 2.** The priority of alternatives for quality criteria

Alternatives of time become the most priority alternative since it has the highest weight value with 61.8% of the total. It explained by the fact; most of the people take into

considerations on “time” when choosing modes of transport. The second highest weight value is safety that reached 15.2%. Accessibility and security reached 9.1% and 8.8% respectively of the total weight value. Whilst, improvement on cleanness become the last priority of alternatives since its weight value is only about 1%.

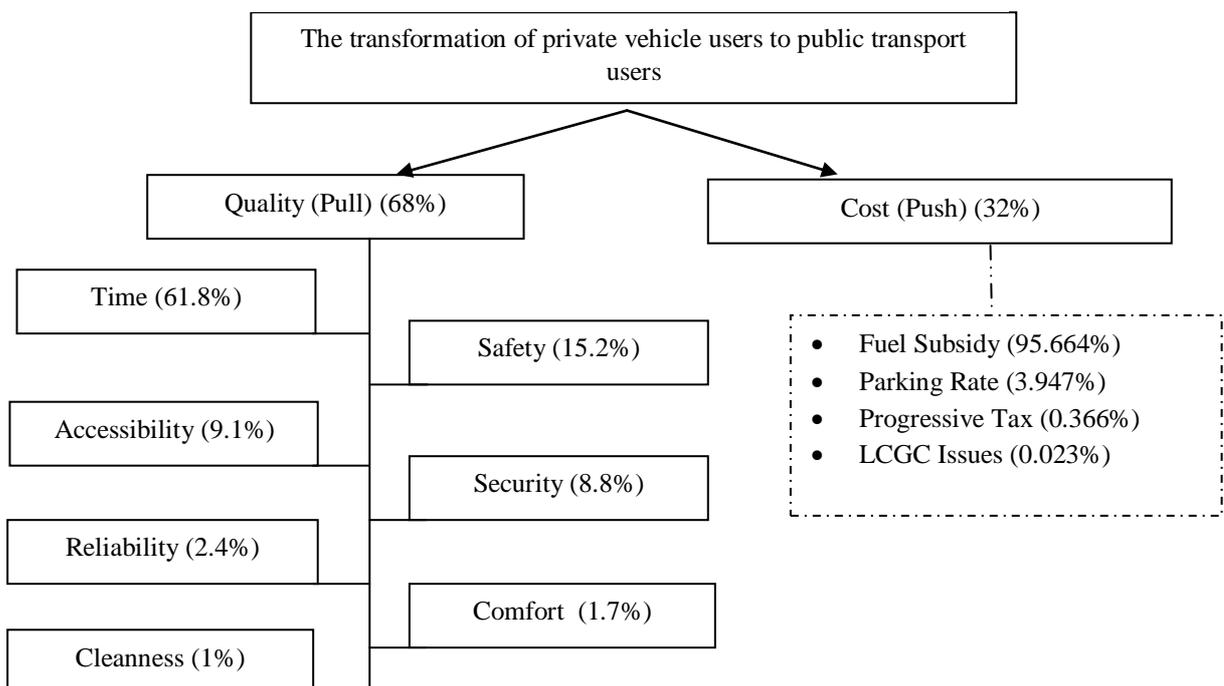
In the cost criteria, the result shows fuel subsidy as the most dominant policy on cost criteria with 67.9% of the weight value. Followed by parking rate policy as a second priority policy that is reach 28.4% of total weight value. Implementing progressive tax becomes third priority. The last priority is removing LCGC policy due to it has 1.6% of the weight value. The detail of the yield of cost criteria is presented on figure 5.6



**Figure 3** The priority of alternatives for cost criteria

For more details, the contribution of each criterion and alternatives is demonstrated in the following figure 4.

**Figure 4.** The conclusion of Analytical Hierarchy Process



### Stated Preference Analysis (scenarios)

In order to examine the sensitivity on implementing a particular policy that described in the prior analysis (AHP), stated preference analysis was applied. In the other words, stated preference aims to estimate the probability people would convert their mode choice for the highest utility value. The value of utility has a critical role in the determination of

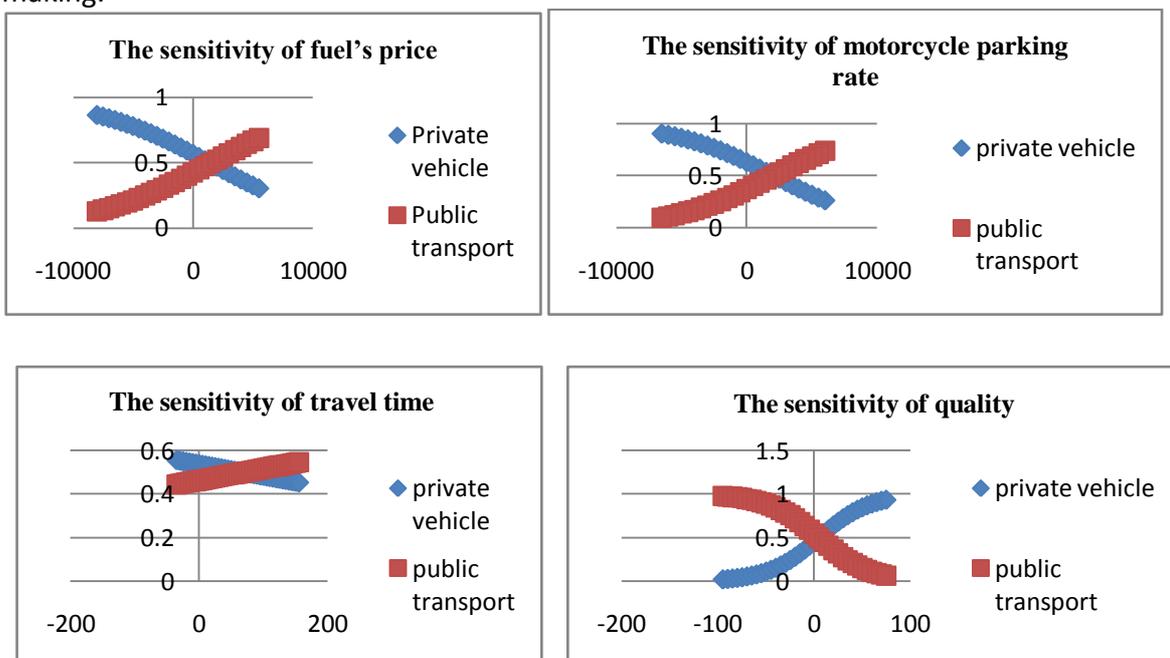
sensitivity. Hence, the analysis of the equation of the utilities between private vehicle and public transport has to be conducted.

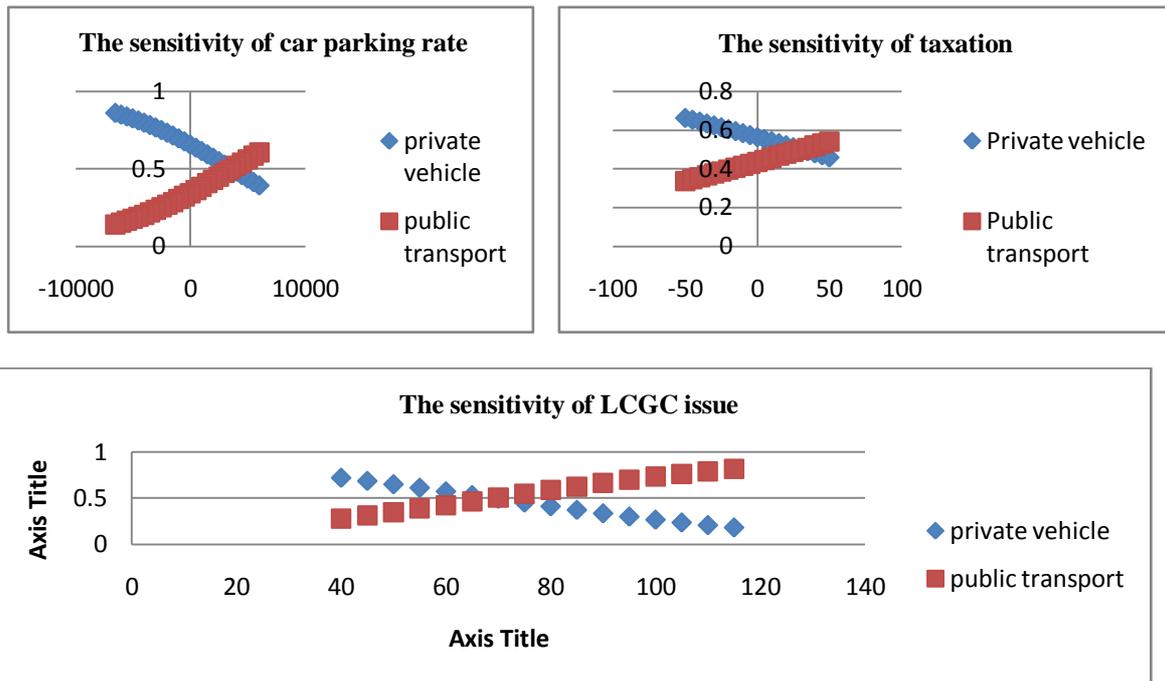
Attributes in the model of modes choice has a high interest in order to managing urban transport considering the level of service of the attributes. Furthermore, the model can be used for forecasting and also provide indications of the possibility impact of changes attributes when all other attributes stay constant. In terms of elasticity, sensitivity analyses are expressed to give useful information for both the development and general appraisal of possible new policies in Bali. Table 4 shows that all structure model of each variable to measure sensitivity on transport modes (90% of confidence level). Sensitivity of various attributes was estimated to investigate the influence of particular attributes on selecting mode of transport.

Table 4 The utility model of each attributes

Attributes	Utility Model	t-statistic	Sig.
Fuel price	$0.287-0.0002\Delta X1$	-11.16	0.000
Motorcycle parking rate	$0.531-0.00026\Delta X2$	-10.1144	0.000
Car parking rate	$0.648-0.00018\Delta X3$	-10.6715	0.000
Taxation	$0.262-0.00842\Delta X4$	-8.11284	0.000
Travel time	$0.149-0.00216\Delta X5$	-3.11112	0.000
Quality (LOS)	$-0.186+0.0379\Delta X6$	18.1981	0.000
Vehicle price (LCGC issue)	$2.264-0.03271\Delta X7$	-14.9091	0.000

Sensitivity of changing numerous attributes linked to the probability of using a particular mode was determined to examine the impact of variables to the modes choice decision-making.





The whole model of measuring the utility regarding regression analysis as follows:

$$U_{\text{private vehicle}} - U_{\text{public transport}} = 4.96392 - 0.00041(\Delta X1) - 0.00053(\Delta X2) - 0.00037(\Delta X3) - 0.02023(\Delta X4) - 0.00469(\Delta X5) + 0.04975(\Delta X6) - 0.05517(\Delta X7) \quad \text{Equation 1 The utility differences}$$

The comprehensive alternatives are combining all of attributes that impact on transport modes choice. The reason for combining alternatives into one figure is tantamount to observe the percentage of all modes (private vehicle and public transport) on changing all of attributes simultaneously. The whole model structure was utilized to investigate the utility's value of all changing attributes and predict the percentage of using a particular mode. Table 5 demonstrates the probability of people using private vehicle and public transport as the vital commuting instrument. These scenarios provide different alternative by changing different attributes in whole model.

**Table 5** The percentage's of private vehicle and public transport

Option	ΔFuel	ΔPark_mc	Δpar_car	Δtax	Δtravel time	Δquality	ΔLCGC (price of vehicle)	U(PV-PT)	Pr_pv	Pr_pt
1	+500	+500	+1000	+10	+10	-5	+10	3.068731	95.5584%	4.4416%
2	+1000	+1000	+2000	+30	+20	+10	+20	1.966263	87.7209%	12.2791%
3	+2000	+2000	+3000	+50	+30	+15	+30	-0.10528	47.3705%	52.6295%
4	+1000	+2000	+3000	+60	+30	+15	+30	0.102835	52.5686%	47.4314%
5	+1000	+2000	+4000	+50	+30	+15	+20	0.482986	61.8453%	38.1547%
6	+2000	+2000	+4000	+50	+30	+15	+25	-0.20331	44.9346%	55.0654%
7	+2000	+2000	+4000	+50	+30	-5	+25	-1.19839	23.1763%	76.8237%

## **CONCLUSION**

The two main factors which influence transport modes choice in Bali are quality and cost. Quality (F1) consists of time, security, comfort, cleanness, safety, accessibility, and reliability. In addition Cost (F2) only has cost itself. In order to switch private vehicle user to use public transport, the first priority policy that should be implemented is improving quality criteria (time, security, comfort, cleanness, safety, accessibility, and reliability) based on analytical hierarchy process and then applying cost criteria (fuel subsidy, parking rate, progressive tax, and LCGC issue) that have different sensitivity.

## **REFERENCES**

- Anastasiadou, S. (2006). Factorial validity evaluation of a measurement through principal components analysis and implicative statistical analysis. In D.X. Xatzidimou, K. Mpikos, P.A. Stravakou, & K.D. Xatzidimou (eds), 5th Hellenic Conference of Pedagogy Company, Thessaloniki, pp. 341-348
- Anastasiadou, S. (2001). Reliability and validity testing of a New scale for measuring attitudes toward learning statistics with technology. Vol. 4, No.1
- Badan Pusat statistic. (2012). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2012. Accessed on 8th of march 2014. Available at [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&id_subyek=17&notab=12)
- Bali Dalam Angka. (2013). Jumlah wisatawan mancanegara yang datang langsung ke Bali per bulan dari tahun 2008-2012. Accessed on 9th of march 2014. Available at <http://bali.bps.go.id/flipbook/Bali%20Dalam%20Angka%202013/#/411/zoomed>.
- BSTP. (2009). Perencanaan Teknis Pola Pelayanan Angkutan umum massal. Laporan Akhir. PT Pamator Cipta. BSTP (2009).
- Budiono, O. A. (2009). Customer Satisfaction in Public transport. Master Thesis. Karlstad Universitet.
- Croanbach, L. J. 1984. Essentials of psychological testing (4th ed.). New York: Harper & Row.
- Edvardsson, B., and Enquist, B. (2009). Values-based sustainable service business. In Czarniawska, B., and Feldman, M. Value-based Service for Sustainable Business. New York : Routledge. Pp.101-114.
- Ellaway, A., Macintyre, S., Hiscock, R. & Kearns, A. (2003). In the driving seat: Psychosocial benefits from private motor vehicle transport compared to public transport. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 6 , 217-231.
- Hensher, D. A., Stopher, P., Bullock, P. (2003) Service Quality-developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. Transport Research Part A (37) 499-517
- König, A. 2002. The Reliability of the Transportation System and its Influence on the Choice Behaviour. 2nd Swiss Transport Research Conference Monte Verità / Ascona, March 20.-22. 2002
- Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T. (2012), "Quality attributes of public transport that attract car users: A research review"
- SUTP. 2009. Manajemen Permintaan Transportasi. Modul Pelatihan. (Transport Demand management)

- Tamin, O, Z. 1999. Konsep Manajemen Kebutuhan Transportasi (MKT) sebagai pemecahan masalah transportasi perkotaan di Jakarta. *Jurnal PWK* 10(1).
- World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission) (1987) *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford, UK.

## INVESTIGATING THE OPERATIONAL ISSUE AND POTENTIAL DEMAND OF AIRPORT BUS SERVICE AT MINANGKABAU INTERNATIONAL AIRPORT

Gusri Yaldi, PhD

Civil Engineering Department  
Padang State Polytechnic  
Kampus Politeknik Unand  
Limau Manis-Padang, 25163  
Telp: (+62) 82173117206  
[gusri.yaldi@yahoo.com](mailto:gusri.yaldi@yahoo.com);

### Abstract

Minangkabau International Airport (MIA) has been operating for nearly a decade. MIA can be visited by using Airport Bus (APB) services provided by the local government. However, it seems the visitors of MIA tend to choose the private travel modes such as passenger cars and motorcycles rather than the APB. Due to the energy crisis as well as other negative impacts of road traffic, MIA visitors are expected to shift from using private travel modes to more sustainable and greener transport modes like APB. However, this policy must be supported by sufficient information and hence the expected outcome could be achieved. This research is aimed at investigating the issues that “preventing” MIA visitors in choosing the existing APB service as well as estimating its potential demand. The result suggests that only 19% of the MIA visitors choose the APB as the travel mode. The visitors tend to use other travel modes due to uncertainty in the APB operation represented by unclear time tables and bus stop locations. In addition, a number of respondents were found did not know the APB service. It is estimated the demand could reach 58% of the total visitor if the aforementioned issues could be properly addressed.

**Key Words:** *Minangkabau International Airport, Time Table, Bus Stop Location, APB Potential Demand*

### Abstrak

Bandara Internasional Minangkabau (BIM) telah beroperasi hampir satu dekade. BIM dapat dikunjungi dengan menggunakan bus bandara yang disediakan oleh pemerintah kota Padang. Tetapi, pengunjung BIM sepertinya cenderung untuk memilih kendaraan pribadi seperti mobil atau sepeda motor. Dilatarbelakangi oleh krisis energi serta dampak negatif lalulintas kendaraan, pengunjung BIM diharapkan untuk dapat beralih ke moda transportasi yang lebih *sustainable* and ramah lingkungan seperti bus bandara. Namun, kebijakan ini perlu di tolong dengan informasi yang cukup sehingga target yang hendak di capai dapat direalisasikan. Kajian ini bertujuan untuk menginvestigasi faktor-faktor yang menghambat pengunjung BIM menggunakan bus bandara serta mencoba untuk memprediksi potensi *demand*-nya. Temuan dari kajian ini adalah 19% pengunjung BIM memilih bus bandara sebagai moda transportasinya. Sedangkan moda lain di pilih dikarenakan adanya ketidakpastian pada pelayanan bus bandara seperti jadwal dan lokasi halte. Di samping itu, sejumlah responden bahkan tidak mengetahui adanya jasa bus bandara. Jika faktor-faktor tersebut dapat diatasi, maka diprediksi potensi *demand* bus bandara dapat mencapai 58% dari total pengunjung BIM.

**Key Words:** *Minangkabau International Airport, Time Table, Bus Stop Location, APB Potential Demand*

## ENERGY CRISYS AND TRANSPORT

The main source of energy in Indonesia is currently from the oil (RI, 2011). It contributes about 60% of national energy consumption. It was reported that the oil consumption was about 60 Billion liters in 2010 and about one third was imported (Bappenas, 2011). Transportation sector spends more than a half of the national oil consumption, followed by the household/service and industry sectors. Land transport was the biggest oil consumer from transport sector which is up to 88% where 34% of it was used by the private car (BPPN, 2006).

Meanwhile, the automobile number is increasing about 10% annually (Yaldi, 2012). One of the consequences of these figures is that consumption of oil from transport sector will also increase annually, and then the amount of imported oil would also increase. In contrast, the oil deposit was estimated could last only about ten years. Indonesia is in front of energy crisis! It must be anticipated immediately, and one of the solutions is by shifting the private car usage to the more sustainable and greener mode of transports. It includes the travel mode used for journeys from and to the airport like Airport Bus (APB) service at Minangkabau International Airport. However, this policy must be based on scientific studies like this research which investigates the operational issues of the existing service that “preventing” the community in choosing the APB as well as the potential demand of APB.

## MINANGKABAU INTERNATIONAL AIRPORT

Minangkabau International Airport (MIA) is one of the international airports in Sumatra Island. It is located in Padang Pariaman regency and about 23 KMs or about a half of an hour by car from Padang city of West Sumatra. There was Tabing domestic airport located in Tabing-Padang city before upgraded, relocated and replaced by MIA in 2005. The number of passenger tends to increase about 11% annually. It currently serves domestic and international flights. Total number of passengers in 2012 was reported more than one million for arrivals and departures each equal to more than two hundred thousand passengers per month (both arrivals and departures). Daily passenger number is estimated about more than seven thousand. Domestic passengers contributed about 90% of the total number (see Figures 1, 2 and 3 for more details) (Yaldi et al., 2013).

## AIRPORT BUS SERVICES AT MIA

The local government has provided airport bus (APB) services to meet the need of transport for Padang city-MIA. However, it seems that the APB is not able to attract the user due to poor service quality. Therefore, it could trigger the MIA visitor to use private cars causing an increasing amount of fossil fuel consumption, especially in the future. It must be anticipated.

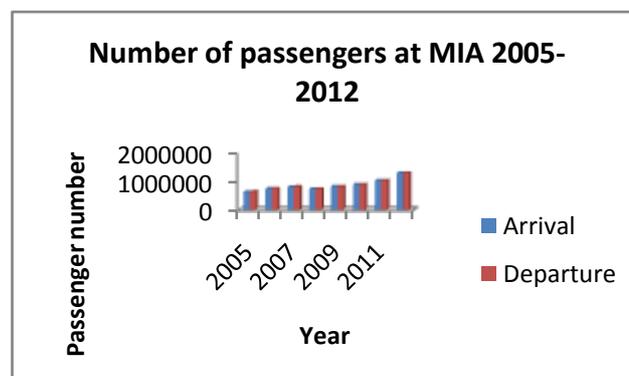
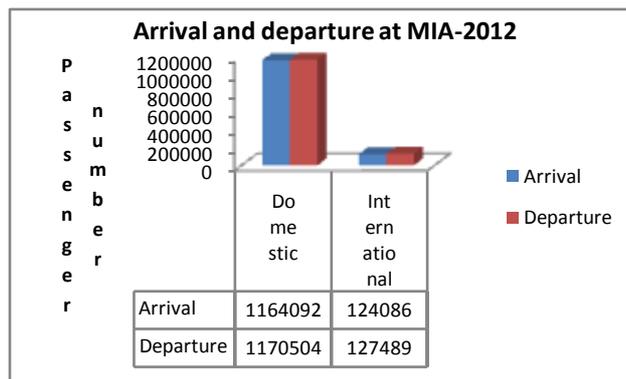
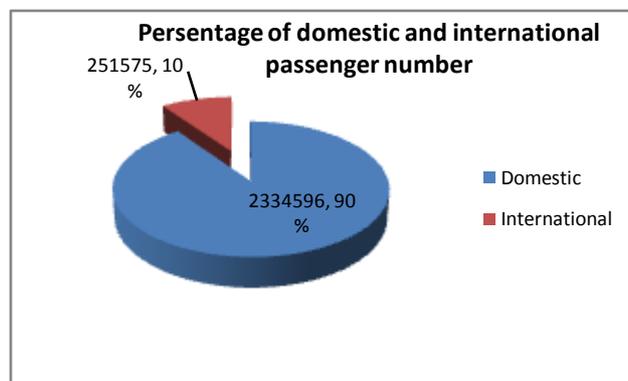


Figure 1 Annual arrival and departure numbers at MIA



**Figure 2** Arrival and departure numbers at MIA in 2012



**Figure 3** Percentage of domestic and international passenger number at MIA in 2012

Two different APB operators are currently serving Padang city-MIA-Padang city, namely DAMRI and Tranex. Although each APB has different routes, about a half of the route is merging. There is no clear time tables as well as the location of bus stops (except the first and the last stops) causing uncertainty towards the customer whether taking APB or other modes from and to MIA. The APB is operating hourly. Ticketing system is paid on board and cash only. Although daily demand is estimated about more than seven thousand, the real demand could be higher since the passenger is usually accompanied by their families.

## DATA COLLECTION

This paper discusses the likely problems faced by the existing APB and tries to propose the solution according to the user perspective by means of revealed and stated preference surveys (RP and SP surveys). The survey was divided into three modules. The first and the second modules explore the personal and travel characteristics of the respondent. The last module was used to investigate the responses of the respondent towards proposed virtual APB services. The respondent is limited to the passenger from Padang city only. It is due to the existing APB service is only available for Padang city-MIA. In addition, the highest MIA visitor number is from Padang city. It is significantly higher than other cities in West

Sumatra. It is expected a more attractive, reliable, and widely known APB could be recommended based on this research and hence encourages more people using APB. There were 490 respondents interviewed by five surveyors. Survey was conducted only on the departure area.

## RESPONDENT AND TRAVEL CHARACTERISTICS

Based on the survey data, male respondent number is higher than the female one. The percentage is 58% and 42% respectively. The average income is nearly Rp. 5 million per month where car and motor cycle ownerships were found one and two for car and motor cycle per household respectively. Most of the respondent (about 71%) began their journey to MIA from homes where the main trip purpose is for working (see Figures 4 and 5). This figure could help in defining the location of the bus stops as well as the public transport routes. For example the bus stop location could be designed near the residential area where it can be reached by walk. Major hotels could be considered as other stop locations since the survey suggests about 15% respondents started their journey from hotels. The APB route and stop location could be integrated with the regular public transport-in fact the APB service could be developed as an integrated public transport.

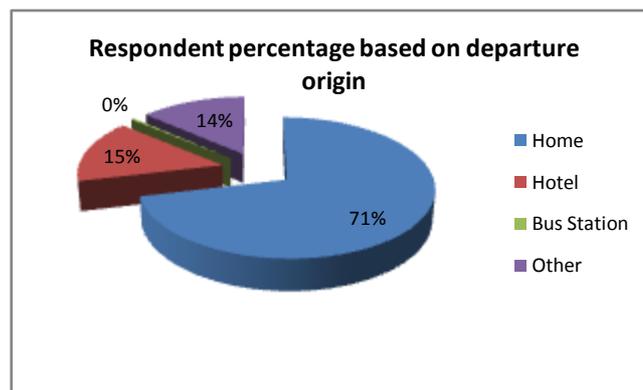


Figure 4 Respondent percentage based on departure origin

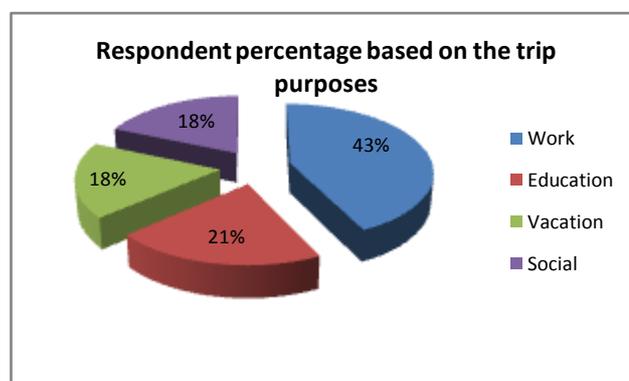


Figure 5 Respondent percentage based trip purposes

It is believed an integrated public transport service could trigger more people using public transport and hence less number of motor vehicles on the road. The existing figure suggests that the passenger car (PC) as well as the motor cycles (MC) dominates the road network. The survey suggested as illustrated by Figure 6 more than one third respondents used PC. Another interesting fact is that nearly a quarter of the respondents were using motor cycles (MC) not only to carry the passenger but also their baggage and hand luggage. The MC was the second major option of transport mode found through this survey. This interesting fact is supported by numbers depicted Figure 7. The existing APB share is only about 19% while the Pick and Drop (P&D) mode commonly known as “Travel” was used by 9% of total respondents.

## MODE CHOICE ATTRIBUTES

Majority of the respondents decided to use the existing travel mode by considering the attribute “fast”, followed by “save & convenience”, and “availability”. About 20% respondent kept it as a secret. In contrast, the attribute such as “fare”, “mode transfer”, and “baggage facility” were considered less important by the respondent. This is a classic issue, however, it still could not be solved until today and resulting in a question “why?”. It is afraid that the existing condition could lead to the extinction of public transport service as already occurred-including The APB.

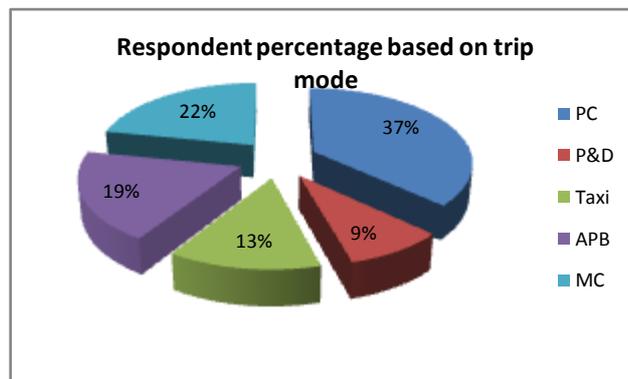


Figure 6 Respondent percentage based on trip mode

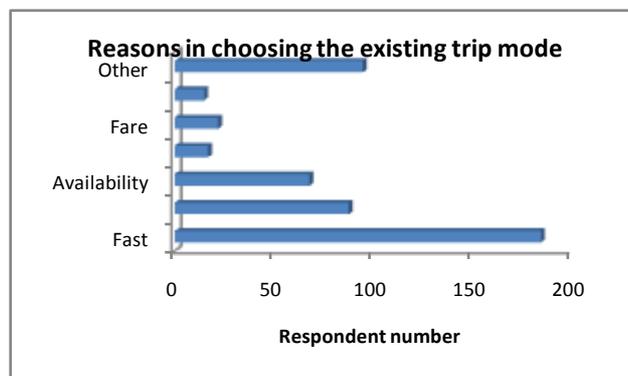
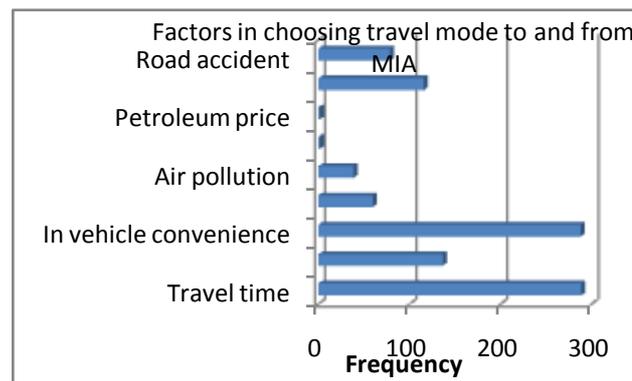
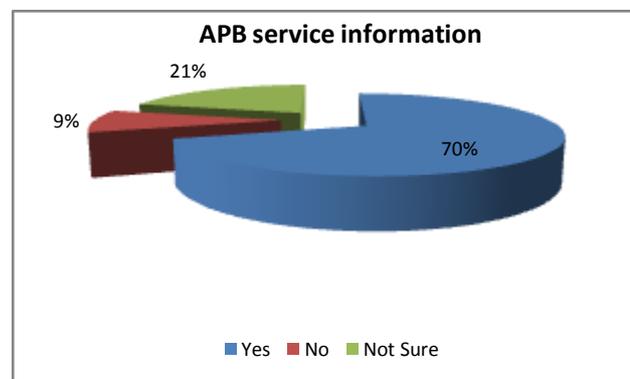


Figure 6 Respondent percentage based on trip mode

In order to further investigate the factors considered by the user in defining travel mode used to and from MIA, the respondent was asked to select from the given list. The result is illustrated by Figure 7. It can be seen that both “travel time” and “in vehicle convenience” are two factors often mentioned by the respondent. It is match with the previous data depicted by Figure 6. Although the “travel cost” factor was mentioned by a quite number of respondents, it was considered less important than the previously mentioned factors. Yet, the respondent was found aware of the “congestion factor”. The “energy crisis” and “petroleum prices” was barely considered. It was also found that only 70% respondents know there is APB service (see Figure 8). This is a surprising as the APB has been serving the passenger since nearly a decade. It seems the operator need to inform the community regarding the APB service by more effective tools such as television and radio programs.



**Figure 7** Factors in choosing travel mode to and from MIA



**Figure 8** APB service information

## PROPOSED VIRTUAL APB SERVICE

In addition to exploring the respondent and existing APB service characteristics, this research is also aimed at investigating the APB users’ expectations. Three different virtual APB models were promoted to the respondent by means of SP survey, and the respondent must decide which travel model they would choose-the existing one or the proposed virtual APB.

The same size bus was proposed for three models of virtual APB which is also the same bus size as the existing APB. The respondents were guaranteed the following common characteristics: clear time table, route and bus stop locations, travel insurance and baggage facilities. However, the proposed time table and bus stop location is yet defined and showed to the respondent. The different among the three virtual models is in the number of seat and AC availability. More details can be seen in Figure 9. The third virtual APB model is representing the existing APB, except the attribute “Time table and route/bus stop”.

 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block; width: 20px; height: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;">1</span>	 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block; width: 20px; height: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;">2</span>	 <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block; width: 20px; height: 20px; text-align: center; vertical-align: middle;">3</span>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 36 seats, <u>Non</u> reclining seat</li> <li>- Baggage facility</li> <li>- Travel insurance</li> <li>- Time table and route/bus stop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AC</li> <li>- 36 seats, Reclining seat</li> <li>- Baggage facility</li> <li>- Travel insurance</li> <li>- Time table and route/bus stop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AC</li> <li>- 27 seats, Reclining seat</li> <li>- Baggage facility</li> <li>- Travel insurance</li> <li>- Time table and route/bus stop</li> </ul>

**Figure 9** Proposed APB characteristics

The proposed virtual APB was also equipped with the estimated bus fare and travel time based on the survey and the operator recommendations.

## APB POTENTIAL DEMAND

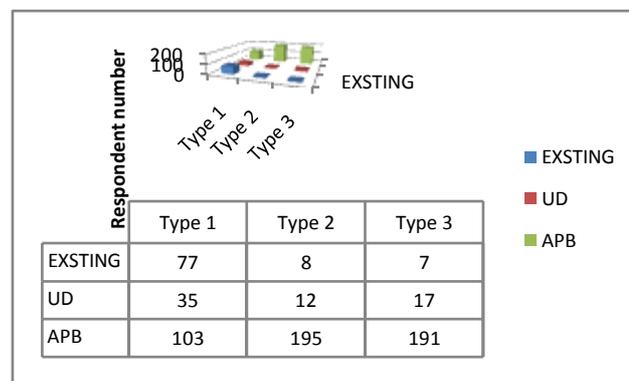
The respondent is categorized as captive and choice users. It was found 215 and 275 respondents were choice and captive users consecutively. Among the captive users, 94 of them are the existing APB users resulting in 181 respondent decided not to change mode to the proposed virtual APB services. The SP survey was applied only for choice users. The result can be seen in Table 1 and Figures 10 and 11.

**Table 1** Captive and choice user

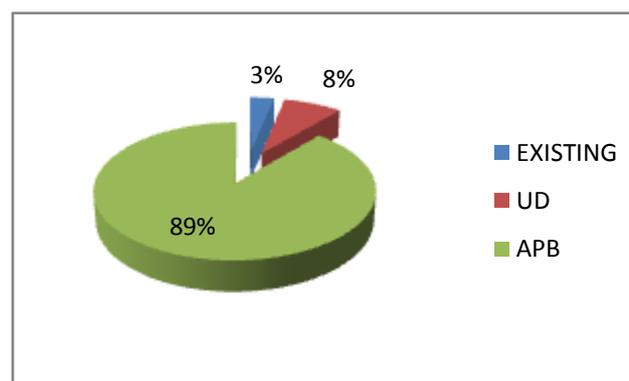
Choice category	Respondent number	Percentage (%)
Captive user	275	56
APB	94	19
Other modes	184	37
Choice user	215	44
Total	490	100

It can be seen in Table 1 that the existing demand of the existing APB is about 19%. The choice user could be considered as the potential demand of APB. Therefore total possible APB demand is about 63% or about two-third of the passenger. This figure is representing the likely APB demand before the proposed virtual APB shown to the respondent. The likely respondent decision towards the proposed virtual APB is reported by Figure 10 where “APB, UD, and EXISTING” mean the proposed APB, Undecided, and existing travel mode respectively.

The trend suggests that the proposed APB tends to be selected by majority of the respondent as depicted by Figure 11 (89%=191 respondents). However, a number of respondents were found to make no decision (8%) and only 3% of respondent decided to choose the existing travel mode. Thus, the total potential demand APB would be 94 + 191 equals to 285 or more than 58%-slightly lower than before the proposed virtual APB shown to the respondent (63%).



**Figure 10** Respondent decisions towards proposed virtual APB



**Figure 11** Respondent decisions towards proposed virtual APB, Type 3

## **CONCLUSIONS**

This research suggests that the respondent expect a more reliable APB service in term of clear time table, route and bus locations. The respondent demands certainty towards the APB service. It is expected that the operators could fulfill these classical issues in order to meet the potential demand of APB. Last but not least, it is strongly recommended to use television and radio as tools to promote the APB services and to develop the community awareness towards the importance of shifting from private travel modes to more reliable and greener public transports including APB service.

## **REFERENCES**

- BAPPENAS 2011. Analysis of petrol consumption pattern (in Bahasa). Jakarta: Bappenas (National Planning and Development Agency) of Indonesian Republic.
- BPPN 2006. Effort to minimize the petrol consumption in transportation sector (in Bahasa). Jakarta: Bappenas (National Planning Body) of Indonesian Republic.
- RI 2011. Masterplan Acceleration and Expansion of Indonesia Economic Development (MP3EI) 2011-2025. *In: AGENCY, M. O. N. D. P. N. D. P.* (ed.). Jakarta: Coordinating Ministry for Economic Affairs.
- YALDI, G. 2012. Some portraits and problems of Indonesian transportation systems. *15th FSTPT International Symposium*. Bekasi, Indonesia: FSTPT.
- YALDI, G., MOMON & MIRO, F. 2013. Minimizing the petroleum consumption from transport sector by improving and extending the Minangkabau International Airport bus service. *the 9th International Conference of Geotechnical and Transportation Engineering*. Johor Bahru, Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.

## **KAJIAN PENINGKATAN KONDISI FISIK ARMADA KAPAL WISATA DANAU DALAM MELAYANI WISATAWAN DI SUMATERA BARAT**

**Fidel Miro**

Dosen dan Peneliti Transportasi Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta  
Jl. Sumatera, Ulak Karang, Padang – Sumatera Barat.  
e-mail: [fidel\\_miro61@yahoo.co.id](mailto:fidel_miro61@yahoo.co.id)

### *Abstract*

The goal of this study is to strive for the development of Inland Waterway Transport Modes is Lake Transportation in the Great Lakes in the province of West Sumatra. From the results of this study, have to be identified that Lake Transport Operations in the Great Lakes region West Sumatra is not optimal or decreases caused by network connectivity growing tissues and existing highway around the lake. But if referred to the National Development Direction of Lake Transport, trying ahead of 2020, the National Transportation Lake cultivated as Inland Waterway Transport Modes to support the Tourism Sector. Then the results of the study recommends that Travel Fleet Superintendent has Dead ri, reformed into a fleet that is able to serve Potential Flow Needs Travelers.

**Keywords:** *Increasing Sheep Phisic Condition, Lake Tourism and Traveller.*

### *Abstrak*

Tujuan dari pada kajian ini adalah mengupayakan pengembangan Moda Transportasi Perairan Pedalaman yaitu Transportasi Danau di Danau-Danau yang ada dalam wilayah Provinsi Sumatera Barat. Dari hasil kajian ini, telah ditemukan bahwa Operasional Transportasi Danau di Danau-Danau yang ada di wilayah Propinsi Sumatera Barat tidak optimal atau semakin menurun yang disebabkan oleh semakin berkembangnya konektivitas jaringan jalan raya yang ada di sekitar Danau. Namun jika dirujuk Arah Pengembangan Transportasi Danau Nasional, menjelang tahun 2020, Transportasi Danau Nasional dikembangkan sebagai Moda Transportasi Perairan Pedalaman untuk mendukung Sektor Pariwisata. Maka hasil kajian merekomendasi Armada Kapal Wisata yang telah Mati Suri, direformasi menjadi Armada yang mampu melayani Kebutuhan Potensial Arus Wisatawan

**Kata-kata Kunci:** *Peningkatan Kondisi Fisik Armada Kapal, Wisata Danau dan Wisatawan.*

## **LATAR BELAKANG MASALAH**

Provinsi Sumatera Barat memiliki 4 (empat) Danau yang dapat dimanfaatkan sebagai fasilitas transportasi dan daerah tujuan wisata alam (DTWA) atau objek wisata yaitu Danau Kembar (Diatas dan Dibawah), Danau Singkarak yang terletak di Kabupaten Solok dan Danau Maninjau yang berlokasi di Kabupaten Agam.

Setiap danau ini, tidak hanya dimanfaatkan untuk melayani perjalanan harian masyarakat setempat yang berdomisili di kawasan-kawasan (nagari) sekeliling danau, tetapi juga sangat dirasakan sekali manfaatnya dalam mendukung aktifitas Sektor Pariwisata Alam berupa berlayar mengelilingi danau untuk menikmati pemandangan indah danau dan mengabadikannya melalui foto-foto wisata keluarga, apalagi Pemerintah Provinsi Sumatera Barat telah mencanangkan event wisata berskala internasional setiap tahunnya yang dikenal sebagai *Tour de Singkarak* yang pada tahun 2014 ini, telah memasuki yang keempat kalinya.

Sebagai gambaran dapat dilihat kunjungan wisatawan yang berlibur ke Danau Singkarak dan Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) yang terletak di Kabupaten Solok, terjadi

peningkatan wisata danau rata-rata 90 persen per tahun selama 5 (lima) tahun terakhir, yang bersumber dari data BPS, Kabupaten Solok dalam Angka, tahun 2012.

Arus kunjungan Wisatawan ini merupakan potensi pengguna jasa kapal wisata danau di objek wisata danau yang terdapat dalam Provinsi Sumatera Barat di antaranya Danau Singkarak dan Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) terletak di Kabupaten Solok, dan Danau Maninjau yang berlokasi di Kabupaten Agam.

Sementara Danau Maninjau di Kabupaten Agam ini dapat dikatakan relatif tidak terdapat layanan kapal wisata danau ini, sehingga wisatawan yang berkunjung ke Danau Maninjau tidak biasa menikmati dan merasakan pelayanan Kapal Wisata Danau, walaupun arus wisatawan yang berkunjung ke Danau Maninjau selalu ada.

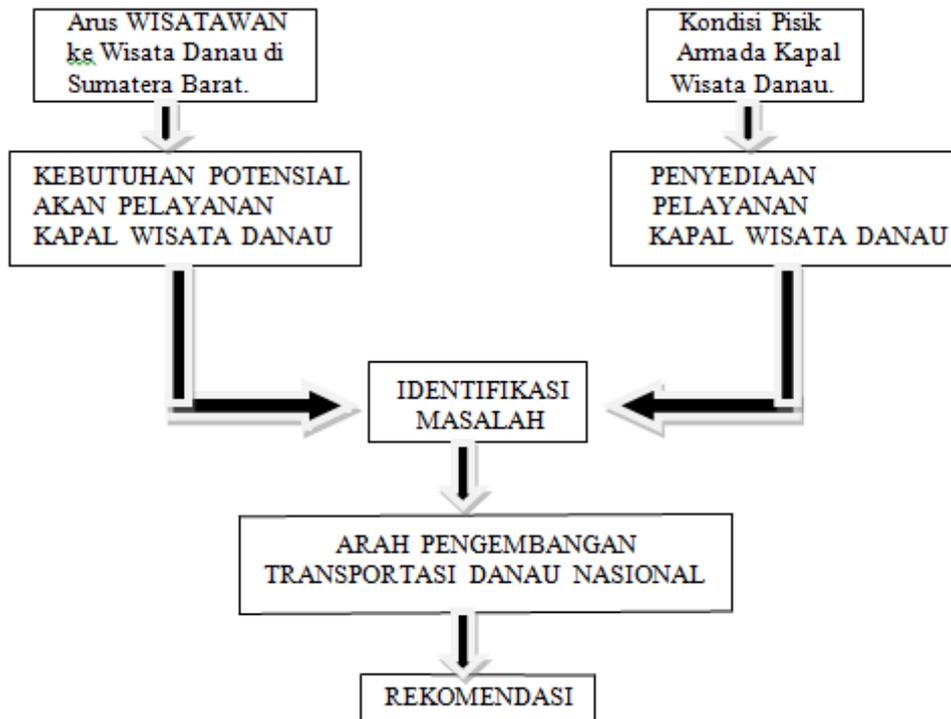
Adapun masalah yang dapat dirumuskan sebagai titik tolak penulisan penelitian ini adalah, tidak berimbangnya antara Kebutuhan Potensial akan Pelayanan Transportasi berupa jasa Kapal Wisata Danau terutama di Danau Singkarak dan Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) dengan Ketersediaan Armada Kapal Wisata Danau baik dari segi jumlah armada maupun dari segi kondisi pisik kapal yang tidak representatif untuk menarik keinginan wisatawan dalam menggunakannya.

Maka tujuan penulisan ini adalah, memberikan rekomendasi atau usulan kepada Pemerintah Daerah untuk melakukan terobosan baru berupa peningkatan kondisi pisik Kapal atau mereformasi pisik Kapal Wisata Danau disertai dengan peningkatan jumlahnya yang dapat disesuaikan dengan arus wisatawan yang berkunjung ke objek wisata alam Danau Singkarak dan Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) di Kabupaten Solok serta Danau Maninjau di Kabupaten Agam., agar dalam jangka panjang, kunjungan wisatawan ke objek wisata danau di Sumatera Barat, dapat meningkat pada tahun-tahun yang akan datang.

Metode Pendekatan yang dipakai dalam penulisan penelitian ini adalah; meninjau dan mengamati langsung ke lokasi objek wisata danau yang ada di Sumatera Barat yaitu Danau Singkarak, Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) di Kabupaten solok dan Danau Maninjau di Kabupaten Agam untuk mendapatkan Kondisi riil pelayanan armada kapal wisata danau yang terdapat di ke empat danau tersebut sebagai salah satu objek kemenarikan (*attractiveness object*) daerah tujuan wisata alam (DTWA) di Provinsi Sumatera Barat.

Hasil pengamatan ini akan dibandingkan dengan arus wisatawan yang berkunjung ke objek wisata danau ini yang dalam penulisan penelitian ini dianggap atau diasumsikan sebagai pengguna potensial jasa armada kapal wisata danau.

Melalui perbandingan antara kebutuhan potensial berupa arus wisatawan ke objek wisata danau dengan kondisi riil layanan armada kapal wisata danau ini, maka dilakukan tinjauan atau review yang terkait dengan rencana jangka panjang pengembangan transportasi air (dalam hal ini danau) yang telah dirumuskan oleh pemerintah (Kementerian Perhubungan) berupa Sistem Transportasi Nasional (SISTRANAS), Master Plan Transportasi misalnya arah pengembangan transportasi danau, dan akhirnya diidentifikasi beberapa rekomendasi yang perlu dilakukan untuk pengembangan transportasi Kapal Wisata Danau di Sumatera Barat. Untuk lebih jelasnya, pendekatan penulisan penelitian ini, dapat pula kita gambarkan melalui bagan alir kerangka berfikir penelitian seperti gambar 1 berikut;

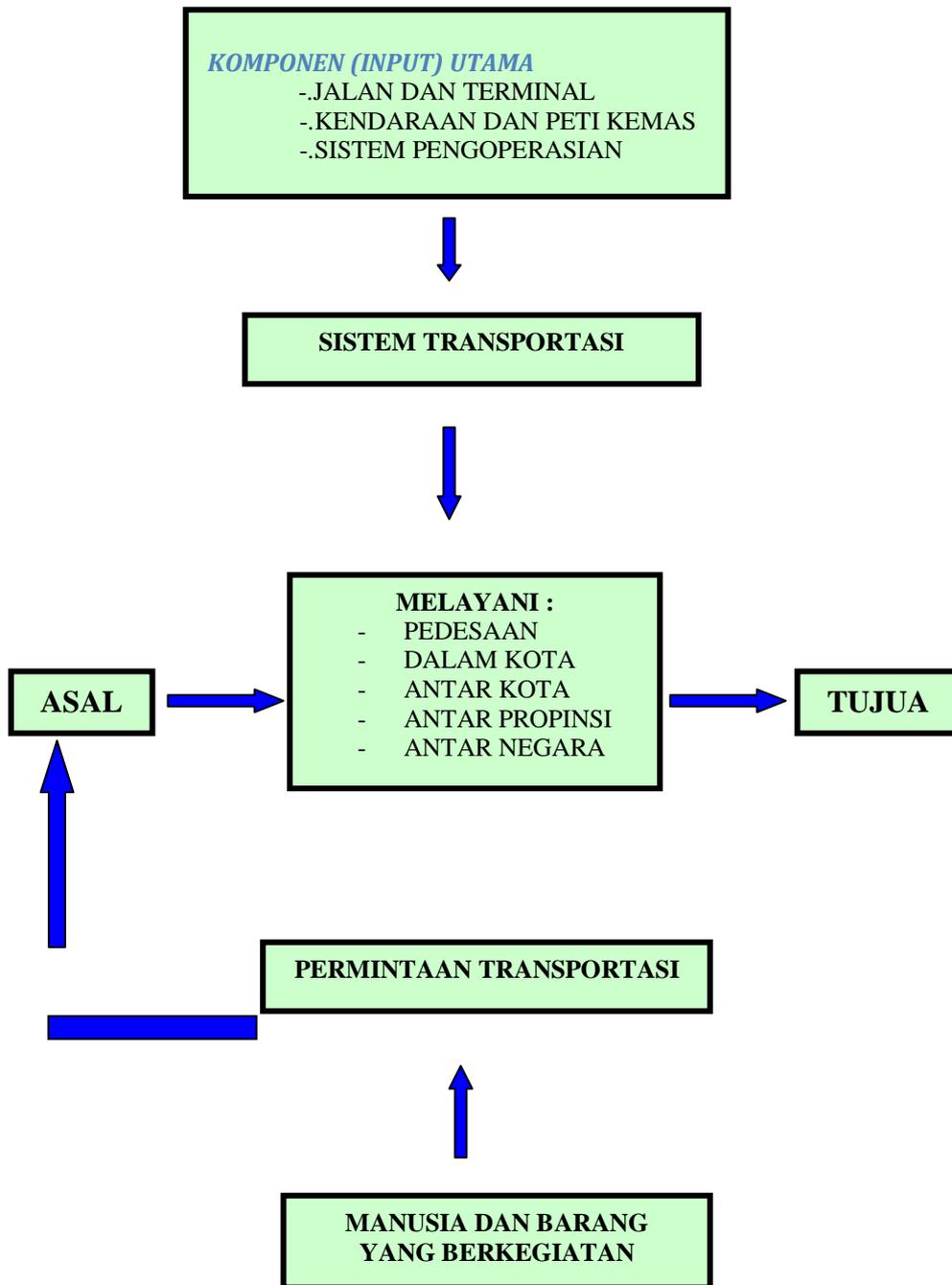


Gambar 1. Bagan Alir Kerangka Pemikiran Penulisan.

## PEMBAHASAN

### Landasan Teori

Transportasi adalah usaha memindahkan orang dan/atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain (Daturatte, S.R, 2010). Dalam memindahkan orang dan/atau barang ini, transportasi harus mengintegrasikan (memadukan) semua unsur atau komponen secara kuat agar tercipta sebuah Sistem yang utuh dalam melakukan pelayanan pemindahan orang dan/atau barang. Maka transportasi dalam melaksanakan tugasnya untuk melayani perpindahan orang dan/atau barang ini harus atau wajib dipandang sebagai sebuah SISTEM yang terintegrasi secara utuh yang disebut sebagai SISTEM TRANSPORTASI (Miro, 2012). Oleh sebab itu Sistem Transportasi ini, menurut Miro (2012), adalah gabungan dari komponen-komponen Prasarana (Jalan dan Terminal), Sarana (Kendaraan atau Alat Angkut yang digerakkan/didorong dengan tenaga) dan Sistem Pengoperasian (Pengelolaan Prasarana dan Sarana) yang saling terkait dan berintegrasi satu sama lain dalam melayani dan memenuhi kebutuhan (permintaan) perjalanan dari manusia dan barang yang melakukan berbagai bentuk kegiatan mulai dari lingkup wilayah yang paling kecil (Lokal) sampai wilayah yang paling besar (nasional/internasional) seperti yang dapat diperjelas pada bagan alir gambar 2 berikut;



Gambar 2. Bagan Alir Pengertian Sistem Transportasi.

(Sumber: Miro, 2012).

Disebabkan oleh faktor geografis sebuah wilayah atau kawasan dan faktor lainnya seperti jarak, maksud perjalanan, jenis objek yang dipindahkan, status sosial dan lain-lain sebagainya, maka Sistem Transportasi yang melayani kebutuhan perpindahan manusia dan/atau barang dari titik asal ke titik tujuan ini, oleh Miro (2012) dapat disediakan dengan berbagai bentuk alat angkut (moda transportasi). Karena Negara kita Indonesia ini secara geografis berupa Negara kepulauan yang luas membentang dari Sabang (Nangroe Aceh Darussalam) sampai Merauke (Papua) terdiri dari daratan, perairan dan udara, maka

dengan sendirinya hadir pula bentuk-bentuk alat angkut (moda transportasi) darat (jalan raya, dan rel kereta api), air (laut, sungai, danau dan penyeberangan) dan moda transportasi udara.

Di Indonesia, angkutan yang memanfaatkan prasarana alamiah air (perairan) seperti laut, sungai, danau dan penyeberangan, juga sudah berkembang pesat sesuai dengan tuntutan perkembangan kegiatan ekonomi dan sosial masyarakat.

Seperti yang sudah diketahui bersama, bahwa Negara kita mempunyai lebih dari 5 (lima) danau besar dan kecil yaitu di Sumatera, Jawa, Bali dan Sulawesi, maka perairan danau ini juga memiliki eksistensi untuk ikut berkontribusi dalam mengoperasikan moda transportasi air terutama perairan pedalaman di pulau Sumatera misalnya Danau Toba di Sumatera Utara dan Danau-danau yang ada di Provinsi Sumatera Barat seperti Singkarak, Danau Kembar (Diatas dan Dibawah) dan Danau Maninjau serta danau lainnya di Sumatera Selatan, Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi.

Dalam Laporan Akhir Master Plan Perhubungan Darat (2005), Angkutan Danau atau Transportasi Danau ini dapat diartikan sebagai bentuk angkutan lokal yang menghubungkan satu Pantai dengan Pantai yang lain dari Danau yang bersangkutan seperti yang dapat kita perhatikan pada foto gambar 3 berikut;



Gambar 3. Moda Transportasi Danau di Indonesia (Danau Singkarak).

Sumber: [www.google.com](http://www.google.com).

Sistem Transportasi Nasional (SISTRANAS) dalam bentuk Tataran Transportasi Nasional (TATRANAS) tahun 2005, telah menetapkan Arah Pengembangan Jaringan Transportasi Nasional Jangka Panjang sampai tahun 2025, yang salah satunya adalah Pengembangan Transportasi Danau, diharapkan dapat mendukung perkembangan wisata dan Angkutan Lokal di Kawasan Danau Toba (Sumatera Utara), Danau Singkarak, Danau Diatas, Danau Dibawah, Danau Maninjau (Sumatera Barat), Danau Ranau dan Danau Laut Tawar (Sumatera Selatan. Begitu juga untuk pulau-pulau lain di Indonesia Timur, bahwa Transportasi Danau di arahkan untuk menunjang Perkembangan Wisata Daerah.

#### **Metodologi Pembahasan:**

Dalam penelitian ini, metode pembahasan dan metode pendekatan yang diterapkan adalah melalui cara perbandingan antara kebutuhan potensial (*potential demand*) pengguna jasa transportasi danau yang berkualitas yaitu; arus wisatawan yang berkunjung ke objek wisata danau yang ada di wilayah Provinsi Sumatera Barat dengan kondisi riil tingkat ketersediaan pelayanan armada kapal danau baik kualitas fisik armada kapal, kapasitas angkut kapal danau serta jumlah armadanya (*supply*).

Dari hasil perbandingan ini, maka ditemukan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan kualitas dan kuantitas tingkat ketersediaan pelayanan armada kapal, apakah sesuai dengan arah yang sudah ditetapkan oleh Kebijakan Rencana Pengembangan Transportasi Danau (Angkutan Perairan Pedalaman) Nasional Jangka Panjang.

**Data dan Gambaran Umum Kondisi Transportasi Danau di Sumatera Barat:**

Objek wisata danau di Sumatera Barat, merupakan salah satu Daerah Tujuan Wisata Alam (DTWA) yang sangat menarik di antara Daerah Tujuan Wisata Alam (DTWA) lainnya seperti Pantai di sepanjang pesisir barat pantai Sumatera Barat, puncak pegunungan, Ngarai, Ngalau, Air Terjun, Kawasan Lindung, tempat-tempat pemandian alam seperti air panas dan lain-lain.

Setiap tahun, objek wisata alam danau di Sumatera Barat ini, selalu saja ramai dikunjungi oleh para pelancong mulai dari dalam Provinsi Sumatera Barat sendiri, provinsi lain di luar Sumatera Barat bahkan dari Negara lain (manca negara).

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 1, bahwa arus kunjungan wisatawan danau ke danau-danau yang ada dalam wilayah Provinsi Sumatera Barat, secara rata-rata mengalami peningkatan hamper 100 persen per tahun (data dari Badan Pusat Statistik daerah).

Tabel 1. Arus Wisatawan Yang Berkunjung ke Danau-Danau di Provinsi Sumatera Barat.

TAHUN	DOMESTIK	MANCA NEGARA	TOTAL
(1)	(2)	(3)	(4)
2007	141.283	487	141.770
2008	195.987	676	196.663
2009	227.625	3.678	231.303
2010	233.749	223	233.972
2011	539.325	364	539.689

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, 2012.

Dalam penelitian ini, arus wisatawan yang berkunjung ke objek wisata alam danau yang ada di Sumatera Barat, diasumsikan akan membutuhkan pelayanan transportasi kapal wisata danau karena akan menambah tingkat kemenarikan objek wisata alam danau ini (kebutuhan potensial) terhadap layanan Armada Kapal Wisata Danau). Kapal Wisata Danau ini akan melayani para wisatawan untuk berkeliling danau untuk menikmati pemandangan perbukitan yang mengelilingi danau.

Dari sisi penyediaan (*supply*), pelayanan Armada Kapal Wisata Danau di wilayah Provinsi Sumatera Barat ini, telah lama beroperasi yang dibina oleh lembaga pemerintah pusat (Direktorat Lalu-Lintas Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan (ASDP), Departemen Perhubungan dengan tujuan utama mengakses kawasan-kawasan kecil yang tidak terkoneksi oleh jaringan jalan raya karena secara geografis, wilayah Provinsi Sumatera Barat memiliki 4 (empat) danau besar yaitu; Danau Maninjau di Kabupaten Agam dan Danau Singkarak, Danau Diatas dan Danau Dibawah di Kabupaten Solok seperti pada peta gambar 4 berikut;



Gambar 4. Peta Lokasi Danau di Provinsi Sumatera Barat.

Layanan armada kapal danau di wilayah Propinsi Sumatera Barat ini, sangat dirasakan sekali manfaatnya oleh masyarakat khususnya yang berdomisili di kawasan sekeliling danau dan juga masyarakat dari luar yang sengaja datang mengunjungi danau dan secara sektoral, tidak hanya sektor pertanian, tetapi juga sektor perdagangan dan sektor pariwisata. Melihat kepada potensi ekonomi pariwisata yang cukup besar dapat digali dari wisata danau ini, maka pemerintah mengembangkan fungsi angkutan danau ini untuk mendukung sektor pariwisata dengan kondisi fisik armada masih jauh dari standar kelayakan operasional seperti yang dilihat pada foto gambar 5 berikut;



Gambar 5. Kondisi Fisik Armada Kapal Danau di Sumatera Barat.

Dari hasil survey yang dilakukan ke danau Singkarak dan Danau Dataran dan Dibawah, Kapasitas Angkut Armada Kapal Danau seperti foto gambar 5 di atas, hanya 10 orang penumpang dengan kondisi interior kurang menyenangkan dan membahayakan, sehingga Arus Penumpang yang memanfaatkan Kapal Danau ini baik untuk kegiatan ekonomi Lokal maupun Pariwisata, menjadi berkurang dan pada akhirnya mati suri atau tidak beroperasi secara teratur kecuali jika terdapat pemesanan khusus.

**Tingkat Ketersediaan Pelayanan:**

Melihat kondisi pelayanan angkutan kapal wisata danau seperti yang telah dijelaskan di atas, maka tingkat ketersediaan pelayanan (*available service*), dapat dilihat tabel 2 berikut;

Tabel 2. Tingkat Ketersediaan Kapal Wisata Danau di Sumatera Barat.

No.	L O K A S I	TINGKAT KETERSEDIAAN
(1)	(2)	(3)
1.	DANAU MANINJAU (Kabupaten Agam).	Jumlah Armada Kapal = 0 Unit. Berarti Tidak Beroperasi.
2.	DANAU SINGKARAK (Kabupaten Solok).	Jumlah Armada Kapal = 1 Unit Bus Air (Kapasita = 20 s/d 40 kursi). 5 Unit Kapal Kecil milik masyarakat (Kapasitas = 10 kursi). Status Operasi: Beroperasi Tidak Teratur.
3.	DANAU DIATAS. (Kabupaten Solok)	Jumlah Armada Kapal = 8 Unit Kapal kecil milik masyarakat (Kapasitas = 10 kursi): Status Operasi: Mati Suri. (Musiman).
4.	DANAU DIBAWAH	Jumlah Armada Kapal = 0 Unit. Berarti tidak beroperasi.

Sumber: Hasil Survey Lapangan, 2014.

Melihat keadaan tingkat pelayanan atau ketersediaan pelayanan armada kapal wisata danau seperti pada tabel 2 di atas, maka diperkirakan pencapaian arah pengembangan transportasi danau yang telah ditetapkan dalam Rencana Induk Perhubungan Darat tahun 2025, sulit terrealisir.

#### **Analisis:**

Menurunnya tingkat ketersediaan pelayanan armada kapal wisata danau ini disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya adalah sebagai berikut;

1. Menurunnya minat masyarakat dalam menggunakan armada kapal yang disebabkan oleh kondisi fisik armada kapal yang tidak representatif dalam melayani wisatawan yang berkunjung ke objek wisata alam danau.
2. Telah terkoneksinya kawasan-kawasan di sekeliling danau dengan ruas jalan yang dapat menggantikan peran transportasi danau.
3. Dari Sektor Pariwisata, jumlah kunjungan wisatawan ke objek wisata yang diasumsikan sebagai kebutuhan potensial akan pelayanan kapal wisata danau jauh lebih besar dari pada tingkat ketersediaan layanan baik dari segi jumlah armada, kondisi fisik tidak sesuai dengan standar kelayakan, kapasitas angkut, maupun keteraturan dalam operasionalnya.

#### **Implikasi Hasil Analisis:**

Sebagai implikasi hasil analisis kebutuhan potensial akan pelayanan kapal wisata danau dengan tingkat ketersediaannya baik jumlah ataupun kualitasnya, dapat dikatakan bahwa kondisi eksisting menunjukkan kebutuhan potensial akan pelayanan kapal wisata danau lebih besar dari tingkat ketersediaannya pelayanannya atau kebutuhan lebih besar dari pada ketersediaannya pelayanan. Jika Sektor Pariwisata dapat dikembangkan untuk masa jangka

panjang di Provinsi Sumatera Barat, maka pelayanan Armada Kapal wisata Danau ini harus diganti dirombak secara total sesuai dengan standar yang sudah ditentukan.

**Beberapa Skenario Pengadaan Pelayanan Armada Kapal Danau dalam Jangka Panjang:**

Berikut dapat dikemukakan beberapa skenario pengembangan pelayanan Kapal Wisata Danau di Provinsi Sumatera Barat, yaitu;

1. Dari segi Standar Pisik Armada:

Armada Kapal harus disesuaikan dengan jumlah arus wisatawan yang berkunjung ke objek Wisata Alam dan Danau yaitu, Kapasitas angkut kapal (jumlah kursi dan jumlah unit kapal). Sesuai dengan standar, maka kapasitas angkut harus ditingkatkan menjadi minimal 50 kursi dan Maksimal 100 kursi di luar kru kapal dengan bentuk yang representatif dan layak beroperasi dari sisi keselamatan, seperti contoh pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Bentuk Pisik Kapal Wisata Danau Representatif.

2. Dari segi operasional;

Operasional dari sebuah armada kapal wisata danau adalah keteraturan jadwal datang dan berangkat di dermaga tempat sandar kapal dan jaminan asuransi resiko kecelakaan. Selain dari keteraturan jadwal, yaitu pentarifan berupa penetapan Ongkos naik yang dibebankan kepada para wisatawan yang akan menggunakannya secara jelas dengan sistem tiket untuk satu kali perjalanan (satu keliling).

3. Dari segi kenyamanan:

Interior Kapal harus ditata sedemikian rupa sehingga dapat memberikan kenyamanan kepada para wisatawan yang menggunakannya selama berkeliling danau dan dilengkapi atribut tambahan seperti musik, kursi yang tersusun rapi, sirkulasi penumpang keluar masuk dari dan ke dalam kapal seperti bentuk yang dapat kita lihat pada foto gambar 7 berikut;



Gambar 7. Interior Standar Untuk Kapal Wisata Danau di Sumatera Barat.

## PENUTUP

Pada bagian penutup ini, akan penulis kemukakan beberapa kesimpulan atau keluaran hasil penelitian ini dan disertai beberapa rekomendasi untuk peningkatan kinerja transportasi danau sebagai moda transportasi air pedalaman dalam rangka mendukung sector pariwisata di Provinsi Sumatera Barat.

### **Kesimpulan:**

Beberapa kesimpulan sebagai hasil keluaran dari kajian peningkatan kondisi fisik kapal wisata danau di Sumatera Barat ini, dapat diuraikan sebagai berikut;

1. Arus wisatawan baik dalam negeri atau manca negara yang berkunjung ke objek wisata alam danau di Sumatera Barat, mengalami peningkatan rata-rata hamper 100 persen per tahun. Arus wisatawan ini dianggap sebagai kebutuhan potensial akan pelayanan angkutan kapal wisata berkeliling danau yang representatif.
2. Tingkat Ketersediaan Armada Kapal Wisata Danau ini, di Sumatera Barat baik segi jumlah, kondisi fisik dalam keadaan tidak layak dioperasikan sebagai kapal wisata alam danau, sehingga para arus wisata yang berkunjung ke danau-danau di Sumatera Barat tidak berminat untuk menggunakannya.
3. Operasional pelayanan kapal kepada para pengunjung objek nwisata alam danau sampai saat ini dalam keadaan mati suri, seperti yang dapat kita perhatikan pada foto gambar 5 di atas.
4. Melihat keadaan ini berarti terjadi ketidak seimbangan antara kebutuhan potensial akan pelayanan armada kapal wisata danau yang layak dalam segi jumlah dan kondisi fisik laik layar dengan tingkat ketersediaan layanan (*potential demand* lebih besar dari *supply*).
5. Jika keadaan ketidaberimbangan ini, dibiarkan atau tidak diambil langkah-langkah preventif untuk memperbaiki dan mengembangkan pelayanan, maka dikhawatirkan Arah kebijakan Pemerintah dalam jangka panjang untuk meningkatkan pemanfaatan transportasi perairan pedalaman yaitu kapal danau tidak akan tercapai, bahkan diperkirakan akan moda transportasi danau di Sumatera Barat akan hilang lenyap untuk selama-lamanya.

Untuk mengantisipasi, agar moda transportasi danau ini tidak hilang lenyap di Sumatera Barat, maka perlu direkomendasikan beberapa tindakan berikut.

### **Rekomendasi:**

Beberapa rekomendasi yang perlu diimplementasikan dalam jangka pendek, adalah sebagai berikut;

1. Mereformasi kondisi fisik Kapal wisata Danau di Sumatera Barat dengan bentuk yang representatif seperti foto gambar 6 (bentuk bagian luar) dan foto gambar 7 (interior kapal) untuk menimbulkan daya tarik dan minat kepada arus wisatawan yang berkunjung ke objek wisata alam Danau yang ada di Sumatera Barat untuk menggunakannya.
2. Menambah kapasitas (jumlah kursi penumpang) dengan batasan minimal 50 kursi dan maksimal 100 kursi.
3. Melakukan kajian pangsa pasar moda transportasi kapal wisata danau untuk mendapatkan gambaran jumlah kebutuhan yang lebih eksplisit dan nrealistis.
4. Menata manajemen operasional kapal wisata danau untuk mendukung Sektor Pariwisata Danau di Sumatera Barat meliputi Tarif per orang/satu kali perjalanan, penjadwalan, dan perbaikan konstruksi Dermaga dari dermaga kayu ke dermaga beton bertulang dan terminal tempat keluar masuk wisatawan dari dan ke areal pelabuhan.
5. Melakukan kerjasama dengan pihak pelaku wisata dan investor dalam mengembangkan dan mereformasi baik fisik, kelayakan, kapasitas angkut dan operasional kapal wisata danau.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat (2014)., *Sumatera Barat Dalam Angka, Tahun.2013*. Bappeda dan BPS, Prov. Sumbar.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kabupaten Solok (2012)., *Kabupaten Solok Dalam Angka Tahun 2012*. Bappeda dan BPS Kabupaten Solok.
- Daturatte, S>R dkk (2010)., *Sistem Jaringan Transportasi Logistik Kawasan Perbatasan Provinsi Papua Dengan Papua New Guinea*. (Artikel dalam Jurnal Transportasi Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi, Edisi: Volume 10, No. 3 Desember 2010), FSTPT, Bandung.
- Dirjen.Perhubungan Darat, Dephub.(2005), *Master Plan Perhubungan Darat menuju tahun 2020*. Ditjen.Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Dishub Kominfo, Kab.Solok (2013)., *Gambaran Umum Transportasi Kabupaten Solok, 2013*. Pemerintah Kabupaten Solok, Arosuka.
- Miro, Fidel (2012), *Pengantar Sistem Transportasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- www. Google. Com.

## THE OVERVIEW OF INDONESIAN MINISTRY OF TRANSPORTATION'S MOBILE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APPLICATION

**Bambang Istiyanto**

Jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan  
Jalan Semeru No 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
istiyanto1773@yahoo.com

**Yan El Rizal U.D.**

Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  
(P3M)  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan  
Jalan Semeru No 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
yan\_rizqi@yahoo.com

**Mouli De Rizka D.**

GIS Specialist, Perum Jasa Tirta II, Purwakarta  
Jalan Lurah Kawi No. 1 Jatiluhur Purwakarta  
Telp. (0264) 201972  
[derizkadewantoro@yahoo.com](mailto:derizkadewantoro@yahoo.com)

**Dani F. Brilianti**

Jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan  
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan  
Jalan Semeru No 3 Tegal  
Telp. (0283) 351061  
fia.brilianti@ymail.com

### Abstract

Traffic information is an important necessity for humans. Advances in technology make various facilities. The use of smart phone is already very common thing. The use of smart phones, especially development based on open source license is very favorable. Any individual or organization can create applications that can be accessed by many people. There are various applications on smart phone device that is associated with the map -based transportation. Staring from the application issued by government agencies to the application made by the individual. One of the legal application based map application issued by the agency is MoT GIS or known as "GIS KEMENHUB". This application issued by the Ministry of Transportation. Problem for user is the limitations of information that can be obtained from the features. Applications are found to be the maximum that is less attractive to users. The purpose of this study was to determine how the advantages and disadvantages of the user application. Advantages and disadvantages which were known from the user side could be input for the development of better applications. This study contained the discussion of the current state of the application. Object current application was the basis for the development of applications, input from external users who were not part of the developer to add a new angle in the subsequent development. The use of applications generated by government agencies were legally expected to reduce mistrust users to use the data including map data. Legal institutions were expected to generate data in accordance with clear standards. This application is not directly related to the system or management of transportation, however the use of application based on the appropriate map can asses the transportation easily.

**Keyword:** *Design, Optimization, Mobile Application, MoT GIS*

### Abstrak

Informasi lalulintas merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia. Kemajuan teknologi menjadikan berbagai kemudahan. Penggunaan ponsel pintar atau biasa disebut *smart phone* merupakan hal yang sudah sangat biasa. Penggunaan ponsel pintar terutama yang berbasis opensource sangat menguntungkan. Setiap individu maupun organisasi dapat membuat aplikasi yang bisa diakses oleh banyak orang. Tersedia berbagai aplikasi pada perangkat ponsel pintar yang berhubungan dengan transportasi berbasis peta. Mulai dari aplikasi yang dikeluarkan oleh instansi pemerintah hingga aplikasi yang dibuat oleh perseorangan. Salah satu aplikasi legal berbasis peta yang dikeluarkan oleh instansi adalah aplikasi "GIS KEMENHUB". Aplikasi ini dikeluarkan oleh kementerian perhubungan. Keterbatasan informasi yang dapat diperoleh dari penggunaan aplikasi ini menjadi masalah bagi pengguna. Aplikasi dirasa tidak maksimal sehingga kurang menarik bagi pengguna. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana kelebihan serta kekurangan aplikasi dari sisi pengguna. Kelebihan dan kekurangan yang diketahui dari sisi pengguna dapat menjadi masukan bagi pengembangan aplikasi yang lebih baik. Penelitian ini berisi mengenai pembahasan dari keadaan aplikasi tersebut saat ini. Keadaan aplikasi saat ini merupakan dasar bagi pengembangan aplikasi, masukan dari pengguna eksternal yang tidak menjadi bagian dari pengembang dapat

menambah sudut pandang baru dalam pengembangan selanjutnya. Penggunaan aplikasi yang dihasilkan oleh instansi pemerintah yang legal diharapkan mengurangi ketidakpercayaan pengguna terhadap penggunaan suatu data termasuk data peta. Instansi yang legal diharapkan dapat menghasilkan data yang sesuai dengan standar yang jelas. Aplikasi ini tidak terkait langsung dengan transportasi, tetapi diharapkan penggunaan aplikasi transportasi berbasis peta yang baik dapat mempermudah akses dan memperlancar transportasi barang dan jasa.

**Kata Kunci:** *Desain, Optimaliasi, Aplikasi, GIS KEMENHUB*

## **INTRODUCTION**

Nowadays, the improvement of technology and the use of map on a smart device later becomes the common thing. Map has become a very popular thing for many people around the world. The development of road growth in Indonesia often claimed as inversely proportional to the development of road user. The length of the road is mentioned that this condition do not correspond to the number of motorcycles which always increase rapidly. Ease of purchase of having motorcycles could be facilitating many people to acquire their own vehicles, because of this condition the road consequently will reduce the effectiveness of the road using.

Reduction in the effectiveness of the road using is shown by there is a lack of ability of the road to accommodate the number of vehicles to face the good mobility perform. The number of road vehicles using are getting increase and the road is not getting wide or even increased, so the result would be hazard road congestion. These factors make the road traffic management system becomes very important to do to minimize the congestion problems. Traffic management is not expected to inhibit the mobilization of the road users. Furthermore, it did not make the level of congestion is getting worse.

Road traffic management had been carried out by using field data analysis that utilizing the tabular analysis. Spatial approaches by maximizing the use of maps and geographic information system have not been widely used by many people. The use of spatial data actually allows to use because road is a factor that related to the phenomenon of spatial form of human movement. Everyday human movement is certainly a movement that originated coming from one location to the destination, this is a phenomenon of the movement or the movement of people which called a spatial phenomenon. Spatial approach will certainly help in the implementation of road traffic management.

### **Background of the Study**

An application of GIS – Geographic Information System technology is used for policy maker occurred in the State of Miami, Kansas (Roche, 2000). At least, there are 12 fatal incidents in 11 months on the two-lane road along 20 miles of U.S. Highway 169. Chief of police very concerned about a fatal incident in the street and asked for the Land Information Management Office (LIMO) to create GIS maps that show the location of the accident and the attributes related to the accident which can be accessed by the Governor and an authorized officer so they can quickly analyze situations and make decisions where the accident occurred due to significant errors when the driver left the vehicle after passing the road. After looking at the map, the Governor asked to wide along the road. The police

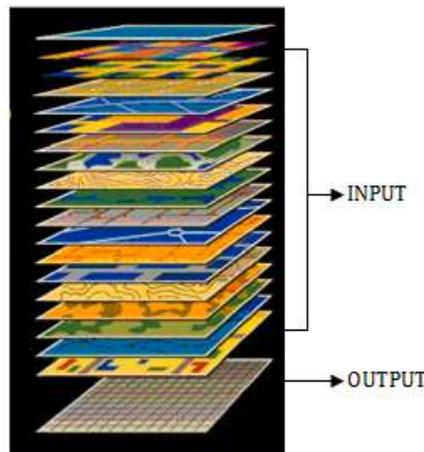
chief on that area then focuses to reduce the next accidents that would be happened by using crash data analysis on the other roads based on GIS (Brush, 1999).

Bob Thomson wrote the statement of the head of the traffic safety bureau who said that, "GIS is a strategic revolution that could potentially improve the effectiveness of employment for police and policy makers in all parts of the State". This potential strategy only needs to be explored more by using the utilization of GIS dynamic maps. The future of GIS to improve efficiency in every job with safety advantages of human life become a potential asset (Roche, 2000).

The previous explanation mentioned showed that how to explore GIS technology in developed countries have started to be considered ranging from about 1 decade ago. It makes the use of GIS technology and the advancement of information systems also used in Indonesia until now, and the most of the people movement use highway.

### **Geographic Information Systems (GIS)**

GIS is a computer-based system that has the ability to handle the data based on the geographic review i.e. data entry, data management, manipulation and data analysis, and the output as the final result (Aronoff, 1989). In another words, (Burrough, 1986), defined GIS (Geographic Information System) as a computer-based system that is used to enter, store, manage, analyze and re-enable data that have the spatial reference for variety of purposes related to mapping and planning system. In the next step, GIS would form and store it in the rational tables at once connecting these elements and their attributes. As such attributes could be accessed through the site map elements, and vice versa map elements could be accessed based on its attributes (Borrough, 1986).



**Figure 1.** Basic Concept of Opera-Geographic Systems (Dewantoro, 2013)

### **Mobile GIS for Transportation Applications**

Application of GIS for transportation on smart phones are very numerous and very varied. Almost every software maker vendor in the world has a map application that is used for transportation. For example, Google with google map, nokia with ovi maps, and another

similar application. Moreover, the other the basis of application that uses google map which has been developed by the software makers around the world. The software presents the most of view for navigation. Simple features are possessed definite by the application is searching the route from the beginning of the trip and the trip desired destination point.

Trends in the application of GIS for transportation which based on the smart phone is growing more than just finding the location and route simulation. One application of GIS to the latest smart phone is waze application, this application shows how the level of road congestion based on data from waze user community that uses smart devices on their way. Vehicle speed of all members of the community will be a reference of how the level of congestion happened on the road.

### **GIS for Transportation (GIS - T)**

Geographic Information Systems for Transportation/Geographic Information Systems for Transportation (GIS - T) can be the center of a new environmental policy -maker for using land and public transportation by using the appropriate coverage information and integrated based on the location or spatial. GIS - T is a holistic approach that implemented on the complex land use and transportation issues. GIS - T can also be used to reduce the lack of connectivity between analysis and communication, makes great suggestions into public policy analysis such as data selection, model assumption, and formulation of scenarios (By Harvey J. Miller and Shih - Lung Shaw, 2001).

Transportation security systems, including services such as highway traffic safety systems and automatic location detection on the traffic system is a part of the purpose of integration between Geographic Information Systems (GIS) and communications technology to develop this type of transportation services (Souleyrette and Straus, 1999). In this time, there are several types of highway traffic management that are applied in various cities in Indonesia. The implementation of highway traffic management samples are one-way streets, and 3 in 1 or a car with a minimum of three passengers who may pass through a lane. This traffic management have the same goals which are to decompose the road congestion and maximize the function of the road itself so it does not cause such kind of problem such as congestion.

Geographic information system (GIS) for transportation is a system that has the relationship between hardware, software, data, operators, organizations, and institutions to collect, describe, analyze, and communicate various kinds of information about the earth. Types of those information are the transportation system and the region affected by the system (Fletcher, 2000).

Roche in his research on the used of premises GIS spatial data did the analysis of road accidents associated with the bar or place location to drink the alcoholic liquid around the area of the accidents. This linkage was used to analyze the relationship between the effect of alcohol on the driver and his accident level. In addition, besides analyzing the influence of alcohol on the driver and the accident rate, his study also analyzed and presented a map of the accident that occurred at the traffic lights. The map which presented the result was showing the location and number of accidents caused by road users who broke the rules when the traffic lights showed red.

The second analysis conducted by Roche showed how the benefits of spatial data or Geographic Information Systems (GIS) could be used for transportation safety. The following figure showed how maps could be generated with GIS and connected with other phenomena related to accidents or road users. This could be combined with the level of road congestion, where accidents tend to affect the congestion.

## **METHODOLOGY**

This study used multiple stages of research. The first stage of the study consisted of an overview or learns how existing applications were conducted. Based on the results of the study, it should be found the benefits and weaknesses. The next step was to formulate the goal of optimizing the application and how the procedures suggested in the optimization of the application.

### **Tool and Material**

The tool which used in this research was the smart phone software. Application mapping or Geographic Information Systems (GIS) for Android-based smart phones. This software was used to perform the state of the data visualization with spatial data. This visualization generated a map that showed the appearance of spatial volume.

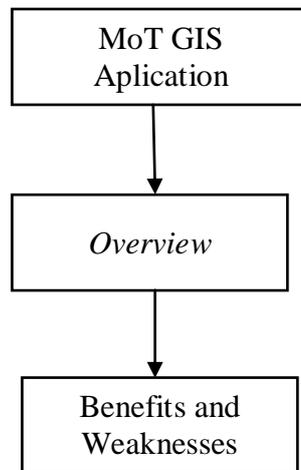
Material used in this study was based on android smart phone device that is used for the software overview. On other operating systems were also available for third-party applications could be used in android application usage, but this was not done by considering various things. The first consideration was the computer desktop would be different with the cell phone, the next was different speed of internet connection, and the last one was the difference in hardware capabilities on computer desktop and mobile phone.

### **The flows of Research**

The flow of research started from examining how the ability of MoT GIS applications applied on the smart phone. Application performance when it ran on smart devices had become important factors for the users. The information contained and could be accessed by the users so it makes an application could be judged freely as the good or bad application by the user. The application of MoT GIS is an application which managed by the Ministry of Transportation should be a standard application benchmark with a level of good information.

The research was not done to create or modify the MoT GIS software. This study only used to conduct to analyze the application on the real life. The results of the study would be the material to formulate suggestions and advices in the operational management. Management suggestions could be made using the data and how the group or organization who would be involved. Operationally suggestion was how the technical process the data so the application could be said to be better and more optimized so that the benefit of users

can be done in the next study. This study was limited to providing advices as input, do not fix or change the application of the research object.



**Figure 2.** Flowchart of the Study

## **RESULT AND DISCUSSION**

### **MoT GIS Application Overview**

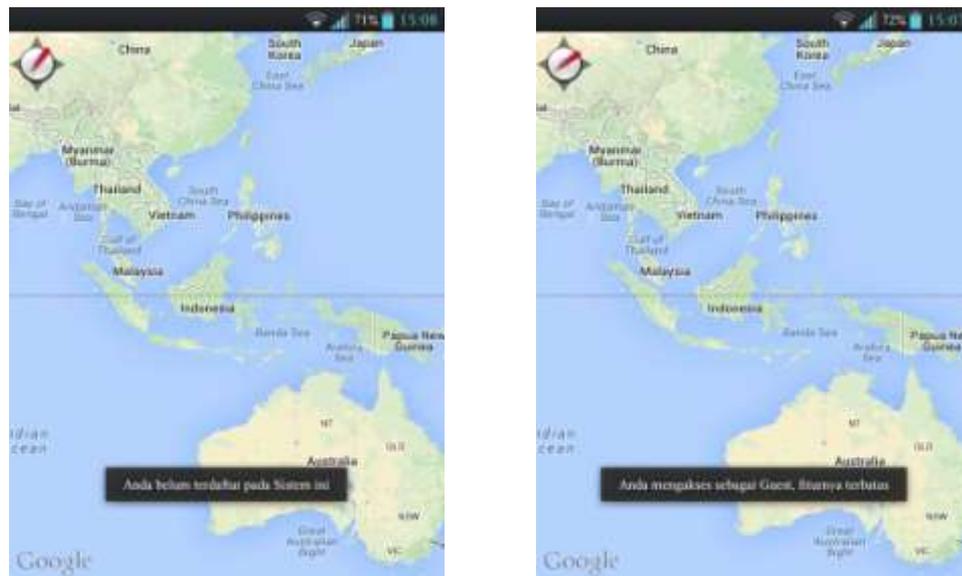
Applications that would be assessed in this study was MoT GIS application that was downloaded freely on Google Play Store. This application was capable and acceptable in all android based smart phones. It could be downloaded for free and could be used by all android smart phones users. Though this application was downloaded for free, but not all the features could be used by the users. Application of smart phones usually had limited features in the free version and the full-featured for paid version also it was displayed in the list of applications with two different types, usually distinguished by the words "free" and "pro".

The difference between this application with other application on the smart phone features is in the use of feature. Application of MoT GIS only has one on the list of applications and there is no paid application at all. The differences features found only after the users start using the application. The users who want to use all the features of the application have to register as the administrator of that application. It means that the regulation required by application developers which this application is an application made by a legal institution that is the Ministry of Transportation.



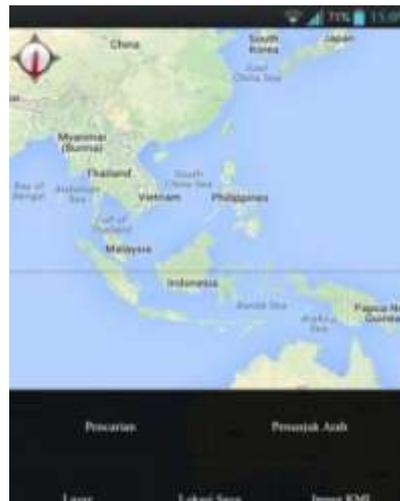
**Figure 3.** The Basic View MoT GIS for Android Application

Figure 3 showed how the basic display applications showing a logo tab of the Ministry of Transportation and entrance application. This showed that the application was managed and developed by the Ministry of Transportation as the Indonesian government legal agency.



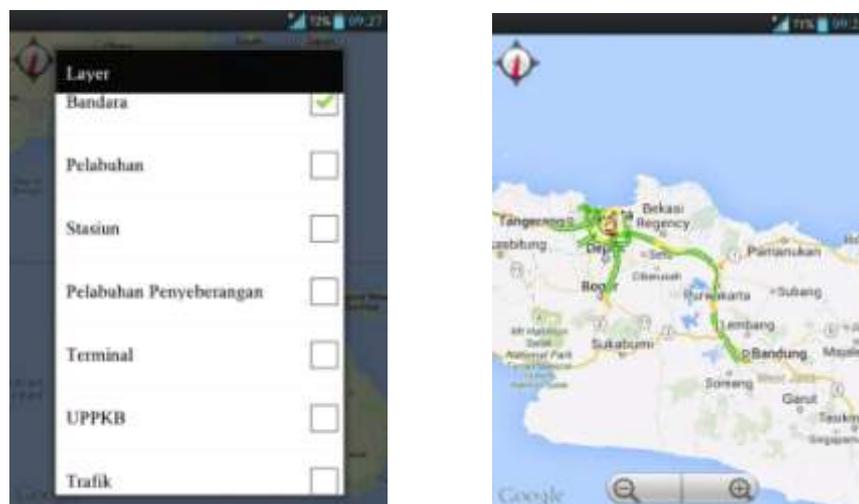
**Figure 4.** The display after Login to the Application

Figure 4 presented the information after the user entered the application. From the pictures displayed known that the application presented the information for the user who had not registered on the system and the user's information accessed as a guest user. This showed a pretty good security system in which users would enjoy the full range of features to go through the procedures specified by the application developer.



**Figure 5.** The Display Features Application

Figure 5 was presenting the information about some of the features that could be utilized by the user. There were search, direction, layer, my location, and import KML. Most were the standard features were becoming common in the use of map navigation application on smart phone devices, a feature that looked different was layer arrangement and import KML which requires users registered in advance.



**Figure 6.** User Applications Features Display As Guest

Figure 6 would show a feature after entering into the layer feature. There were several layer options that could be displayed. Choosing a background map used in the form of a map or image was a basic feature. Based on the application usage as a guest, which features could be used only limit to the traffic. It provided information about the state of the traffic volume or the road density. Unfortunately, there is only limited information about the traffic information along the condition of Jakarta and Jakarta-Bandung toll.



combine this study with the previous research conducted by the authors. Information on the volume of traffic in Tegal, Central Java.



Figure 6. Traffic of Tegal Map in Year of 2012 ( Dewantoro , 2013)

The map showed the traffic information in Tegal. If there was only information about the traffic that could be accessed by users who had not registered, so it required more complete data traffic information. The existence of transportation agencies in all regions in Indonesia could be the data suppliers that presented in the application. Besides the transportation agencies in Indonesia, there were other institutions that observed the information about traffic as the data supporters. NTMC POLRI or The National Traffic Management Centre was owned by the Indonesian police agencies. They were be an ideal collaboration to support the data traffic in Indonesia.

NTMC POLRI used cameras in the field to obtain information about the traffic situation in various regions in Indonesia. NTMC supported by the RTMC (Regional Traffic Management Center) located in different regions of Indonesia. The information obtained from the RTMC and NTMC could be used as the data presented in the application of MoT GIS, besides the general information from the minister of transportation in Indonesian local area. So, the completed data dan the easy access in this application system can be used as a good source for the users especially focusd on the safety transportation.

## **CONCLUSION AND RECOMMENDATION**

This study presents an overview of information about the software applications based on the android that assessed by the smart phone. The application shows how information is presented when the users have not downloaded that application is difference with the users who can downloaded the application. The overview of the application when the users have not downloaded the application shows information about the complete infrastructure of transportation in Indonesia, in this case it is the airport. Such information is also presented in the description of the application, but it does not distinguish about the information that can be accessed by users who registered and unregistered.

This application is an application based on the vendors that emphasized to provide information about infrastructure of transportation. Information about infrastructure can be seen only for users who registered in the system. The information can be used by users who have not registered only information about traffic. The traffic which is presented in this application only limit to DKI Jakarta and Jakarta to Bandung toll. This makes the description of the interesting application overview for the users does not match to the expectations of the application users. The suggestion to this application is to add the traffic information that can be accessed by users who have not registered with the maximum area of wider traffic information.

Users feel interested in using the application because it is an application developed by a legal institution, namely the Ministry of Transportation. This makes the application has high expectations, standards are maintained an accurate information. So, it is better if in the beginning of launching it should be made clear information about the features that can be used for the user as a "guest" and the registered users, and the clear requirements for users who want to be registered on the system.

### **The Further Study**

Additional studies are expected to provide more detailed feedback based on this research. This study was only limited to the overview of the software application, which aimed to find out the advantages and disadvantages of the application of the users, in case of the users out of developers who were not registered in the system. The next application can provide input how information management can be applied to applications and developers. Management of the design can be done by using the flow of data and how groups or organizations who will be involved. Last but not least, the operational suggestion is how technical data processing so that the applications can be maximally used in the implementation as the facility for making the Indoensian transport users easy to acces.

## **REFERENCES**

- Aronoff, Stan. 1989. *Geographic Information System a Management Perspective*. WDL Publication : Ottawa-Canada
- Brush, Trisha W. 1999. *Governor Persuaded to Widen "Killer 169" by the Power of GIS*. *ESRI ArcNews, Fall 1999*, p 22.
- Burrough, P.A. 1986. *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. *Monographs on Soil and Resources Survey No. 12*, Oxford Science Publications : New York.
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1999. *Teknik Jalan Raya Jilid I*. Edisi Ke-empat. Penerbit Erlangga.
- Dewantoro, Y. dan Dewanotro, M. 2013. Spatial Based Approach Traffic Safety Management Systems (simple case: traffic roads volume mapping in Tegal City). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan Volume 1 Nomor 2 November 2013*. P3M, POLTRAN.

- Fletcher, D. 2000. *Geographic information systems for transportation: A look forward in Transportation in the New Millenium: State of the Art and Future Directions*. Washington, DC: Transportation Research Board.
- Harvey J. Miller and Shih- Lung Shaw. 2001. *Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T): Principles and Application*. Oxford University Press.
- Mitra, Sudeshna. 2005. *Enhancing Road Traffic Safety: A GIS Based Methodology to Identify Potential Areas of Improvement*. Civil and Environmental Engineering Department California Polytechnic State University,
- Roche, Jerry. 2000. *Geographic Information Systems-Based Crash Data Analysis And The Benefits To Traffic Safety*. 2000 MTC Transportation Scholar Conference. Ames-Lowa
- Souleyrette, R. R. and Strauss, T. R. 1999. *Transportation*. in S. Easa and Y. Chan (eds.) *Planning and Development Applications of GIS*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 117-133

# **SERVICE INNOVATION THROUGH TECHNOLOGY AND INFORMATION SYSTEM (TIS) FACILITIES**

## **( STUDY CASE TICKETING ONLINE IN PT. KERETA API INDONESIA)**

**AgusHariyanto**  
Student of Gadjah Mada  
University – Karlstad University  
MSTT-Master of Science in  
Business Administration  
Phone : +62 81390281677  
[aguzt2002@yahoo.com](mailto:aguzt2002@yahoo.com)

**Samuel Petros Sebhatu**  
Assistant Professor Karlstad  
University  
Master of Science in Business  
Administration  
Phone: +46 54 7002163  
[samuel.sebhatu@kau.se](mailto:samuel.sebhatu@kau.se)

**Ahmad Munawar**  
Professor  
Department of Civil and  
Environmental Engineering,  
Faculty of Engineering Universitas  
Gadjah Mada  
Phone : +62 274 545675  
[amunawar@mstt.ugm.ac.id](mailto:amunawar@mstt.ugm.ac.id)

### **Abstract**

The Service Innovation perspective is important for organization because it's necessary to make a sustainable business operation in the future. In the context of implementation of Technology Information, the perspective of Service Innovation is also important. This phenomenon has also occurred to PT.KAI in their effort to change in development of Technology Information System facilities in their business process. The purpose of this study is to understand the role of Service Innovation perspective driving in the implementation of Technology Information System (TIS) in organization of services and to understand how should have PT.KAI do to maintain and enhance the level of success in implementation of TIS facilities specific online ticketing base on the perspective of Service Innovation. In the process of developing a Service Innovation through implementation of TIS facilities, an organization must follow the base on theory Success IT adoption in Service Organization. Research Design base on qualitative research; interview and FGD are conducted to people who have passionate with train's services by PT.KAI. The result from the empirical study showed there were several problems occurred although there are many improvements as well in the implementation of TIS facilities specific online ticketing by PT.KAI.

**Keyword:** *Service Innovation Development, Technology and Information System, Online Ticketing, Success of IT adoption, Value Co-creation process, PT.KAI,SJ.AB.*

## **INTRODUCTION**

The Service Innovation perspective is important for organization because it's necessary to make a sustainable business operation in the future. This was also true for organization or company engaged in the transportation sector like PT.KAI. Actually, customer when purchasing something they were looking of service value, problem solver and good experience in the business propose by organization (Anders & Michael D 2003). Based on Edvardsson (2005) stated that service is value propose from the organization in the market when value created base on customer lens, interactive relationship and the characteristic of service. In some case of organization, division of IT and marketing is as two different poles that not work in synergy but only doing their "Job description". Vargo&Lusch (2004) stated that Service Dominant logic focus on intangible resource, co-creation and relationship. The ability of an organization to transform or innovation on service concept through technology and information system has to be the main driver whether an organization will gain as winner in the competition or contrariwise. This phenomenon has also occurred to PT.KAI in their effort to change in development of Technology Information System facilities in their business process of PT.KAI. It's expected to success when implemented in the area, but on the other hand the data and fact state that there is problem appear in the implementation of online ticketing in PT.KAI. Systems on line is still met a number of problems and the data showed although the PT KAI has implemented the

system on line ticketing, more than 90% of the passenger train still choose to buy train tickets traditionally at the counter of the PT. KAI station rather than opening in the internet (Atiks S 2012). The purpose of this study is to understand the role of Service Innovation perspective driving in the implementation of Technology Information System (TIS) in organization of services and To understand how should have PT.KAI do to maintain and enhance the level of success in implementation of TIS facilities specific online ticketing base on the perspective of Service Innovation. This is qualitative research; interview and FGD are conducted to people who have passionate with train's services by PT.KAI.

## **DATA COLLECTION**

### **1. Primary data**

The primary data of this study are about what people perceive regarding the value propose in the implementation of TIS facilities specific online ticketing in order with innovation in service by PT.KAI. Survey is based on FGD and Interview to gathering data information about the implementation of TIS facilities specific online ticketing in PT.KAI. Respondent in FGD follow by 8 people and take time about 20 minute in discussion relating in this case. Interview for train's user selected base on respondent observation in the field and Social media i.e. Trains community in facebook and twitter, but to interview the respondent the author have 2 methods. First, direct phone call and second, send email first to make appointment and then if deal about date and time the author call by phone to interview the respondent. Whereas the respondents for interview follow by 25 people and in the interview process average take time about 10 minute. Moreover, the primary data from the Management of PT.KAI was collected based on interview by phone. In the interview with the management of PT.KAI, conducted with Mr. DedetMarsono as staff in IT support. Interview process by phone and take time about 30 minute and informal conversation has been done between us.

### **2. Secondary data**

The secondary data is a literature review and other supporting data collected previous Thesis such as data from e-library, internet, book relating with Service Innovation perspective and strategy implementation new technology specific online process.

## **THEORETICAL FRAMEWORK**

### **1. Service Innovation.**

Innovation in services is not easy and the big challenge is how to manage this innovation to effectively and deeply understanding the social phenomenon in business market. Innovation is a process rather than an event and it doesn't just happen solely. This is about the long process of an invention of bringing good idea to extensive and effective use. Service innovation is viewed in broader and unifying context of building business strategy and simultaneously. Base on Anders & Michael D (2003) the development of Service innovation divides in 3 processes that every process has own step and every process or step have an own life cycle that related each other. This 3 process consist of Service Maintenance, Improve Service Performance and the last Service Innovation. All this processes, namely with Natural Progression of the Service Development of Hierarchy.

### **2. Value Co-Creation Process.**

Activities of value co-creation process base on Prahalad's (2004);Gebauer et al. (2010) dividing in 5 strategy 1) customer engagement; 2) self-service; 3) customer experience; 4)

problem-solving; and 5) co-designing. More detail of each activity is simple explored below.

a. Customer engagement.

Customer engagement is strategy of involve customer to co-creation by persuade customers through publicity and promotions message (Prahalad 2004;Gebauer et al. 2010) i.e. customer take picture and write short message about them services experience and then published in own official website, Facebook or magazine.

b. Self Service.

Self Service is when customers want to purchase, buy or exchange resource without any interaction face to face with the provider (Meuter et al. 2000;Gebauer et al. 2010), i.e. Automatic Teller Machine (ATM), internet banking, online ticketing.

c. Customer Experience.

Customer experience is roughly how the provider contributes to customer learning through an accumulation of experiential encounters over the duration of a relationship between provider and client (Gebauer et al. 2010) i.e. low level error of internet accessibility.

d. Problem Solving

In self service it is important that customer to always monitored because another common criticism and problem occur during co-creation is quite high so the consequently, provide problem solving approach is needed (Alam 2006), i.e. online tutorial like youtube and F.A.Q

e. Co-Designing

Co-designing is customer work together with provider to create a new product or service that align base on customer want and needs ( Prahalad 2004;Gebauer et al. 2010), i.e. competition of design logo or Graphical User Interface (GUI) in website by involving customers and others.

### 3. Successful Strategy Information Technology Adoption

The successfully of IT adoption in organization is influenced by a lot of factors most of the factors that influences such as Organization behaviour, top management, firm resource, typical of customer, supplier or IT consultant (Ghobakhloo et al. 2012). More detail, Ghobakhloo et al. (2012) stated with the theory of Framework of IT adoption influencing factor in organization. This theory divide in two; first, Internal factor such as Manager characteristic, organization behaviour, resource and IT user. Second, External factor such as IT product market, competitive pressure, external IT consultant, government. Other stated, according to Yang et al. (2005) about the foundation of developing and measuring the success of IT adoption which is called with Technology Adoption Model (TAM). TAM divide in two major determinants there are Information Quality (IQ) and Service Quality (SQ). IQ emphasize on the important of users perception on the quality of information presented such as Usefulness of content and adequacy of information. SQ emphasize on the important of users perception on the performance in technology retrieval and delivery such as Usability, Accessibility, Privacy and Interaction.

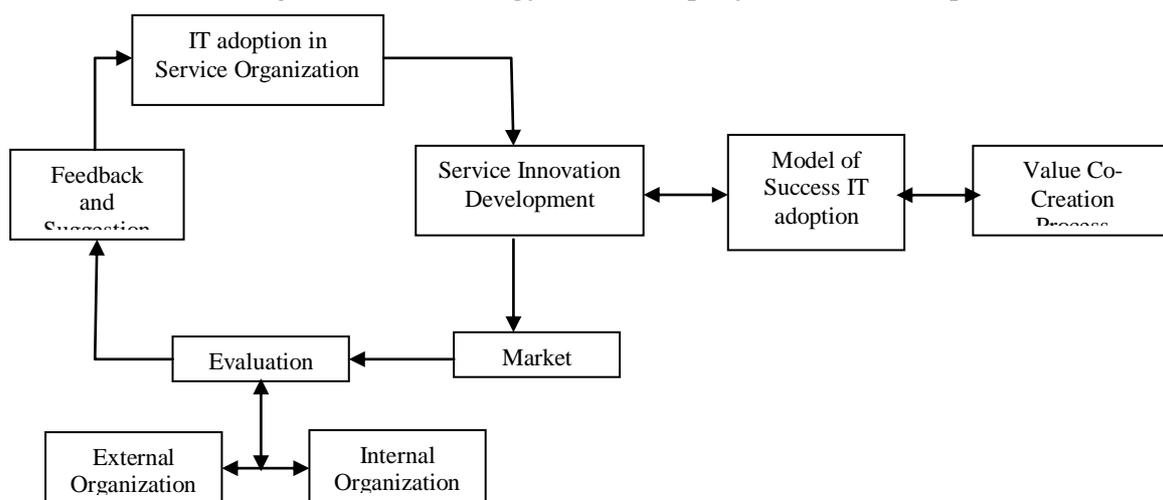
### 4. Service Innovation in SJ.AB.

SJ is a modern train services provider that offers the passenger always in efficient and as in the first that includes added environmental values to win with other competitors, and also gain the sustainability of its business (SJ.AB 2012). All the achievement of SJ is always consider keeping them passenger when choose SJ in safe, reliable and comfort travel. Moreover, not only as transportation SJ can be for work or relaxation but offers a number

of options for passenger in all various budget and encourage customers to obtain the train and to desire SJ in particular. Customer care is about how to enhance the level of experience of passenger before, during and after the journey with train of SJ. The focus is on the value co-creation with customer before, during and after travel with the competent and efficient approach it believe create a pleasant customer experience and also as differentiate factor to other competitors. Communication is the main ambition activities of SJ in the way of to get information as many people as possible. High quality technology believes will improve the coverage area by SJ for communication with many people and this is beneficial for the business future, according to always co-creating value with as many as possible people and customer. High quality technology not always related with “expensive thing” but rather than how organize effective and efficient that source. “Faster, clearer information and greater availability will enable us to raise the quality of our communication with customers” (SJ.AB 2012 pp.23). Keep updated information in the area of service business and how to acquire the information and communication has to be accessible for various groups is constantly stressed.

### 5. Summary of the theoretical framework.

The success IT adoption in service organization achieved by follow the service development according to Anders & Michael D (2003). The innovation process is gradually in stages started with Service Maintenance, Improve Service Performance until Service Innovation development. Every stage of the Service Development hierarchy must meet the dimension of the success of Technology Adoption Model (TAM) base on theory (Yang et al. 2005). Each dimension that mentioned in TAM created because it delivers a different value purpose for its customers. Furthermore, in order that value propose in every dimension at TAM acceptable, meet the customer expectation and need, so company must follow the process what called with Co-Creation value by Gebauer et al. (2010). Evaluation achieved internally or externally in organization according to the theory of Framework of IT adoption influencing factor by Ghobakhloo et al. (2012). The evaluation process will result of output as feedback or suggestion to improve the shortcoming and weakness when implemented in the market. All the cycle of the Success of IT adoption in Service organization (Figure 1) will run continuously keep abreast of market trend, and in accordance with the objectives and strategy of the company to win the competition.



**Figure 1:** Success of IT Adoption in Service Organization

## EMPIRICAL STUDY

PT.KeretaApi Indonesia (Persero) formerly known as NaamloozeVennootschapSpoorwegNederlandschIndischeMaatschappij (NV.NISM) has undergone various changes and improvements as long as they operate more than 67 years in Indonesia. On August 17, 1945 Indonesian declare the independence day from the colonizer, then employees who are members of the “AngkatanMudaKeretaApi” ( AMKA ) took over from the colonizer. Since 2010 until now status of the railway company changed into PT KeretaApi Indonesia (Persero) or commonly called with PT.KAI. In accordance with the IT infrastructure, PT.KAI has so many development and improvement to support their business process such as Rail box and Rail card, External channel i.e. Indomaret, Alfamaret and Post Office, Internet reservation i.e. [www.kereta-api.co.id](http://www.kereta-api.co.id) and [www.tiket.kereta-api.co.id](http://www.tiket.kereta-api.co.id), Drive thru.

Empirically study based on documentation related to online ticketing until now still found the “classic problem” such as the scarcity and hard to get ticket in peak season particularly in Eid Mubarak day season. Additionally, the issue of network and website error also continue emerged dominated problem in online ticketing in PT.KAI.

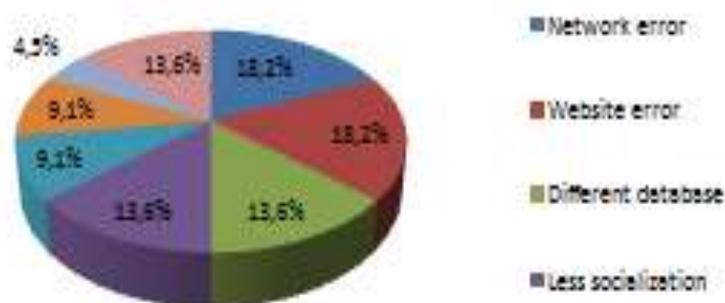
**“Hunt Eid Trains Ticket, People confused by system Online” (Kompas 2014[2014/05/15]).**

**“PT.KAI: Printed your ticket right now” (Kompas 2014[2014/05/12]).**

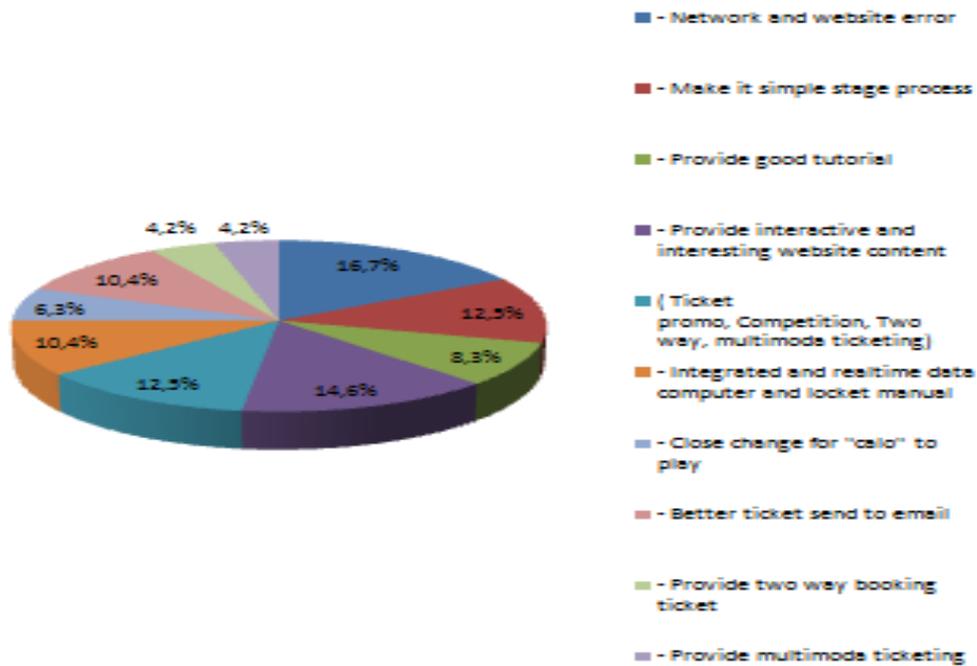
**“Failed to get online ticketing, people prefer to long queue in locket station” (Detik 2014[2014/05/15]).**

The finding based on observations found that the most frequent problems that arise are dominated of network intrusions and a website error, ticket purchasing procedures are too long and less efficient – i.e. the exchange process from payment receipt to the ticket standard—and The administration fee per transaction online for a travel destination sometimes is burdensome for users who travel frequently and regularly every week or month. Perhaps it is not too burdensome for some passengers who rarely travel by train, but online transaction administration fee of Rp . 7.500, - it make sense for routinely user traveller can be very burdensome. No special facilities or discounts for this “special traveller” user’s train, could be the cause why they prefer to buy train tickets at the station counters.

The topic question and discussion in interview and FGD collated base on theoretical framework. The question in Interview and topic discussion in FGD divide in two group First, question is about the general impression regarding providing of online ticketing and the last is the impression when interaction with online ticketing website.



The reason why the level of people to participating in online ticketing is very low



General impression of passenger relating of interaction with online ticketing website

## DISCUSSION

In the empirical data evidence based on documentation, participant observation, focus group discussion and interview there were emerge problem and obstacle in the implementation of TIS facilities specific online ticketing in PT.KAI. Therefore to understand the problem appear and to answer the question research relating with "How the perspective of Service Innovation driving in the implementation of TIS facilities in organization of services" and to understand "What should PT.KAI do to maintain and enhance the level of success in the implementation of TIS facilities specific online ticketing base on the perspective of Service Innovation" so this research propose about the theory of Success of IT adoption in Service Organization. Success of IT adoption in Service Organization is collaboration theory of Natural progression of the Service Development Hierarchy (Anders & Michael D 2003), value co-creation process (Gebauer et al. 2010), Success of Technology Adoption Model (Yang et al. 2005) and the last is the framework of IT adoption influencing factor in organization (Ghobakhloo et al. 2012). Furthermore, SJ.AB as national trains transport provider in Sweden has also as lesson learning who has history of success implementation IT specific online ticketing in Sweden.

Make a change in order to be applicable in the market successfully, requires a process and the steps being taken are structured. It also happens to SJ.AB as a national provider trains in Sweden. Success of SJ.AB as trains providers in Sweden change process takes approximately 20 years since 1988 and a process of evaluation and policy reform in 2008 (Ale et al. 2012). The SJ.Ab always emphasize how is the role of Information Technology to driving in the Service innovation in the organization (SJ.AB 2012). Building Technology Information System base on Service Innovation process is about long process of an invention of bringing good idea to extensive and effective use. According to the theory in Service development hierarchy (Anders & Michael D 2003) stated that

innovation in Service organization is like building block by follow the term of Service Maintenance, Service Improvement and Service Innovation. Every term of Service development hierarchy need to compete effectively and systematically to move to other hierarchy. Moreover, to move from one stage to upper in the context of Implementation of TIS facilities specific online ticketing organization should follow the theories of the Success of Technology Adoption Model (Yang et al. 2005) and creating value for customer by focus on how co-creation value process according on Gebauer et al. (2010). If both of the process has already completed and work properly, the next step is evaluation all the previous stage by follow in the theory of framework of IT adoption in influencing factor in organization according to Ghobakhloo et al. (2012). In summary, all process that mention before elaborated on the theory of Success of IT adoption in Service organization.

Expected to maintain and enhance the level of success in the implementation of TIS facilities specific online ticketing in PT.KAI is by follow the theory of Success IT adoption in Service Organization that consist of collaboration of four theory and SJ.AB as lesson learning. In this theory except follow the theory of Service Development hierarchy, Success of Technology Adoption Model, framework of IT adoption in influencing factor in organization when building of Technology Information facilities specific online ticketing. Furthermore, the main important thing is how always follow the service concept approach by focus on customer and value creation. This service concept approach align with the theory of value co-creation process by Ghobakhloo et al. (2012). In the service concept including through innovation of Technology Information System, customer is always as the key role in creator and co-creator of value proposition to the market. Market is always dynamic so in order to increase the market acceptance and success implemented in the field, engaging customer in every term of development process is key driver.

## **CONCLUSION**

Service innovation through Technology and Information System (TIS) facilities specific of online ticketing TIS will success in public is required of good planning process and broad understanding of the Service Innovation perspective. An understanding of service science should always refer to the characteristic of service there are Intangible, Heterogeneity, Inseparability and Perishability (IHIP). Meanwhile, according to the Service Dominant Logic (SDL) perspective the development of a product or service should always insist on Intangible resources, value co-creation and relationship. In the study case of implementation TIS facilities specific of online ticketing in PT.KAI, this new perspective elaborated in the theory which called with the Success of IT adoption in Service Organization.

The theory of Success of IT adoption in Service organization is proposed for the managerial in PT.KAI on how to they planning and managing relating in the implementation of TIS facilities specific online ticketing to going well. The problem and the weakness that occur and found in the empirical data evidence, it is suggest for the manager in PT.KAI, that by follow and deep understanding the theory of Success of IT adoption in Service organization will solve their problem. Network and website error, not simple stages, not interactive and interesting website content that dominant found in the data empirical is probably one of the reasons why the online tickets are not so successful in the market. The main implication for the managerial in the theory of Success of IT adoption in Service organization is how they to always optimize their resource to follow on

the Service concept by emphasize on how to always engaging customer as creator or co-creator in every business propose by organization in the market.

Perform service innovation gradually by follow Service development hierarchy. Make sure the entire dimension in the Success of Technology Adoption Model is already fulfilled. Moreover, create value propose for customer by follow in the five step of value co-creation process –Customer engagement, Self Service, Customer experience, Problem solving, co-designing--.. The step is not only stopping on that stage but all the achievement should be evaluating in external and internal organization aligns with the Framework of IT adoption-influencing factor in organization. The feedback and suggestion that emerge in the evaluation process and then repaired and maintain the performance, next, continue the cycle of success IT adoption in Service organization. If the stage is not going well, advised not to go up to the next level in the hierarchy of Service Development.

## REFERENCE

- Alam, I., 2006. Process of Customer Interaction in New Service Development.
- Ale, G. et al., 2012. The Liberalization of Railway Passenger Transport in Sweden – Outstanding Regulatory Challenges. *Center for Transport Studies Stockholm*.
- Anders, G. & Michael D, J., 2003. *Competing in a Service Economy* First., San Fransisco: Jossey-Bass.
- Atiks S, K., 2012. EVALUASI PENERAPAN LAYANAN TIKET KERETA API ONLINE. *Journal Penelitian Badan Litbank Perhubungan*, 24(5), pp.412–422. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-40649124590&partnerID=40&md5=1019e584ae4b07a5b97383f948fff878>.
- Detik, 2014. *Gagal-dapat-tiket-ka-online-ratusan-pembeli-sesaki-stasiun-senen.*, available at: <http://news.detik.com/read/2014/05/15/154423/2583313/10/gagal-dapat-tiket-ka-online-ratusan-pembeli-sesaki-stasiun-senen>[2014-05-15]
- Edvardsson, B., 2005. Cocreating Customer Value Through Hyperreality in the Prepurchase Service Experience. *Journal of Service Research*, 8(2), pp.149–161.
- Kompas, 2014,. *KAI: Cetak Tiket Sekarang Juga.*, available at <http://megapolitan.kompas.com/read/2014/05/12/1711228/KAI.Cetak.Tiket.Anda.Sekarang.Juga>. [2014-05-12]
- Kompas, 2014,. *Buru Tiket KA Lebaran Warga Bingung Dengan Sistem Online.*, available at: <http://megapolitan.kompas.com/read/2014/05/15/1531567/Buru.Tiket.KA.Lebaran.Warga.Bingung.dengan.Sistem.Online>[2014-05-15]
- Gebauer, H., Johnson, M. & Enquist, B., 2010. Value co-creation as a determinant of success in public transport services: A study of the Swiss Federal Railway operator (SBB). *Managing Service Quality*, 20(6), pp.511–530.
- Ghobakhloo, M. et al., 2012. Strategies for Successful Information Technology Adoption in Small and Medium-sized Enterprises. *Information*, 3(4), pp.36–67.
- SJ.AB, 2012. *Sj annual report & sustainability report 2012*, Stockholm. Available at: [http://www.sj.se/content/1/c6/17/36/19/SJ\\_ANNUAL\\_REPORT\\_2012.pdf](http://www.sj.se/content/1/c6/17/36/19/SJ_ANNUAL_REPORT_2012.pdf).

- Vargo, S.L. & Lusch, R.F., 2004. Evolving to a New Dominant Logic. , 68(January), pp.1–17.
- Yang, Z. et al., 2005. Development and validation of an instrument to measure user perceived service quality of information presenting Web portals. *Information & Management*, 42(4), pp.575–589.

## **ANALISIS KINERJA SIMPANG MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KAJI DAN PTV VISTRO (STUDI KASUS: SIMPANG BERSINYAL DAN TAK BERSINYAL PERKOTAAN JEMBER)**

**Sofyan Sauri**  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[sofyansauri515@gmail.com](mailto:sofyansauri515@gmail.com)

**Sonya Sulistyono**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

**Akhmad Hasanuddin**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[damha.sipilunej@gmail.com](mailto:damha.sipilunej@gmail.com)

### **Abstract**

To determine the level of service of an intersection should be calculated on the performance. And in Indonesia, intersection performance calculations performed using the method MKJI. MKJI methods have software that is KAJI. Along with the changing times, there are other software that circulated in Indonesia, one of which is the PTV Vistro. In contrast to KAJI, this software using HCM 2010. Therefore necessary to analyze the results of calculations both the software. In this study, both the software used to calculate the performance of several examples of intersections in Jember. And then the results of the calculation of performance compared. The analysis shows that at signalized intersections, KAJI and PTV Vistro produce the same degree of saturation pattern. However PTV Vistro tend to produce better performance than the KAJI. Whereas in unsignalized intersections, both the software shows a different pattern.

**Keywords:** *KAJI, PTV Vistro, intersections performace*

### **Abstrak**

Untuk mengetahui tingkat pelayanan dari sebuah simpang, perlu dilakukan perhitungan terhadap kinerjanya. Dan di Indonesia, perhitungan kinerja simpang dilakukan dengan menggunakan metode MKJI. Metode MKJI memiliki perangkat lunak yaitu KAJI. Seiring dengan perkembangan jaman, terdapat perangkat lunak lain yang beredar di Indonesia, salah satunya adalah PTV Vistro. Berbeda dengan KAJI, perangkat lunak ini menggunakan metode HCM 2010. Untuk itu perlu dilakukan analisa terhadap hasil perhitungan kedua perangkat lunak tersebut. Dalam penelitian ini, kedua perangkat lunak tersebut digunakan untuk menghitung kinerja beberapa contoh kasus simpang di Jember. Dan kemudian hasil perhitungan kinerjanya dibandingkan. Hasil analisa menunjukkan bahwa pada simpang bersinyal, KAJI dan PTV Vistro menghasilkan pola derajat kejenuhan yang sama. Namun PTV Vistro cenderung menghasilkan kinerja yang lebih kecil dari pada KAJI. Sedangkan pada simpang tak bersinyal, kedua perangkat lunak tersebut menunjukkan pola yang berbeda.

**Kata kunci:** *KAJI, PTV Vistro, kinerja simpang*

## **PENDAHULUAN**

Menurut PP 43/1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, simpang merupakan pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun tak sebidang. Pertemuan ruas-ruas jalan ini memungkinkan terjadinya konflik lalu lintas. Simpang berfungsi sebagai tempat bagi kendaraan untuk melakukan perubahan arah antara ruas yang satu menuju ruas lainnya. Tipe simpang bervariasi mulai dari simpang sederhana yang hanya terdiri dari pertemuan dua ruas jalan hingga simpang yang kompleks yang terdiri atas pertemuan beberapa ruas jalan. Pengaturan simpang juga bervariasi, ada simpang yang tidak menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) atau disebut juga simpang tak bersinyal, ada juga simpang yang dilengkapi dengan pengaturan dengan menggunakan lampu lalu lintas. Pada simpang yang menggunakan pengaturan lampu lalu lintas atau simpang bersinyal, arus dan pergerakan kendaraan diatur oleh kendali waktu yang dirangkai terisolir.

Pentingnya fungsi simpang menjadikan tingkat dari pelayanan simpang perlu diperhatikan. Tingkat pelayanan pada suatu simpang dapat dilihat dari hasil kinerjanya. Baik buruknya kinerja simpang ditunjukkan oleh beberapa aspek. Aspek-aspek tersebut seperti nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian. Untuk melakukan perhitungan terhadap kinerja simpang tersebut, dibutuhkan sebuah metode. Perhitungan kinerja simpang di Indonesia menggunakan metode MKJI. MKJI memiliki perangkat lunak untuk mempermudah analisisnya. Perangkat lunak tersebut dikenal dengan nama KAJI. Metode MKJI ini merupakan metode lama. Diterbitkan pada tahun 1997, dan belum mengalami pembaruan sampai sekarang. Di sisi lain, mulai banyak metode lain yang dikembangkan untuk menganalisa kinerja simpang. Beberapa contohnya yaitu Transyt dan PTV Vistro. Untuk perangkat lunak Transyt telah ada penelitian yang menganalisa dan membandingkannya dengan MKJI. Menurut penelitian sebelumnya (Slamet, 2004), pada kinerja derajat kejenuhan Transyt, memiliki kecenderungan bernilai lebih besar dibanding hasil pendekatan MKJI. Sedangkan untuk perangkat lunak PTV Vistro belum ada penelitian yang membandingkannya dengan MKJI. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui, apakah perangkat lunak ini dapat diaplikasikan di Indonesia. Selain itu perlu dilakukan perbandingan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan hasil perhitungan antara perangkat lunak KAJI dan PTV Vistro tersebut.

## **METODE PENELITIAN**

### **KAJI**

KAJI merupakan perangkat lunak yang mengacu pada metode MKJI 1997. KAJI dapat menganalisa kinerja dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Untuk simpang bersinyal, KAJI menggunakan formulir isian. Formulir ini disebut formulir SIG. Terdapat 5 formulir SIG. Mulai dari SIG 1 sampai SIG 5. Sedangkan untuk simpang tak bersinyal, perhitungan dilakukan dengan menggunakan formulir isian yang disebut formulir USIG. Pada formulir SIG ini, hanya terdapat 2 formulir yaitu formulir USIG 1 dan USIG 2.

### **PTV Vistro**

PTV Vistro merupakan perangkat lunak yang dikembangkan untuk melakukan analisa terhadap jaringan jalan melalui kinerja simpang. PTV Vistro memiliki beberapa pilihan metode dalam melakukan analisa. Metode-metode tersebut yaitu : HCM 2010, HCM 2000, ICU 1 dan ICU 2 serta Circular. Pada penelitian ini digunakan analisa dengan menggunakan metode HCM 2010. Sama dengan KAJI, PTV Vistro juga dapat menganalisa simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal dibagi dalam beberapa langkah. Langkah pertama yaitu pengaturan simpang, berisi tentang konfigurasi arah pergerakan pada masing-masing pendekatan simpang, geometri simpang, dan kondisi lingkungan simpang. Langkah kedua yaitu input volume. Langkah ketiga adalah input mengenai pengaturan fase dan waktu siklus pada simpang. Dan langkah keempat merupakan langkah perhitungan untuk mendapatkan hasil kinerja simpang tak bersinyal. Untuk simpang tak bersinyal pada PTV Vistro, langkah-langkah masukan data hampir mirip dengan simpang tak bersinyal. Namun pada simpang tak bersinyal tidak perlu dilakukan input mengenai pengaturan fase dan waktu siklus.

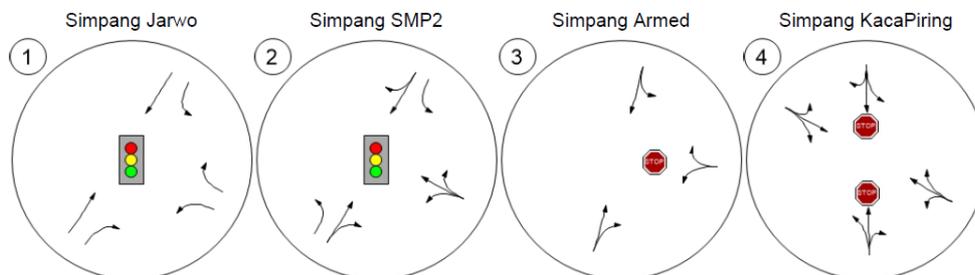
### **Tahapan Penelitian**

Tahapan-tahapan dalam pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan seperti berikut ini:

1. Survey awal dan penentuan contoh kasus simpang. Pada tahap ini dilakukan penentuan simpang yang akan dijadikan sebagai contoh kasus. Simpang yang dijadikan contoh kasus berada di Jember yang memiliki ukuran kota sebesar 0,48 juta jiwa. Contoh kasus simpang dibagi mejadi 2 yaitu simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Untuk simpang bersinyal dipilih simpang SMP 2 Jember dan Simpang Jarwo Jember. untuk simpang tak bersinyal dipilih simpang Armed Jember dan simpang Kaca Piring Jember.



Gambar 1 Peta Lokasi Simpang



Gambar 2 Tipe Pengaturan Simpang

2. Pengumpulan data primer dan data sekunder. Data yang dimaksud dalam hal ini adalah yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan terhadap kinerja simpang. Data-data tersebut seperti : geometri simpang, pengaturan fase, kondisi lingkungan simpang, dan volume kendaraan terklasifikasi. Untuk suvey volume kendaraan terklasifikasi, survey dilakukan pada 4 periode waktu yaitu : pagi, siang, sore dan malam. Masing-masing periode dilakukan survey volume selama 1 jam.
3. Analisa data dan perhitungan terhadap kinerja simpang. Analisa digunakan dengan menggunakan perangkat lunak KAJI dan PTV Vistro.
4. Perbandingan hasil kinerja KAJI dan PTV Vistro. Pada tahap ini hasil kinerja dari kedua perangkat tersebut dibandingkan. Parameter yang dibandingkan yaitu nilai  $S_0$ , nilai S ( arus jenuh), kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan. Pada tahap perbandingan ini parameter-prameter tersebut dibandingkan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perangkat lunak tersebut. Dan jika memang

ada, dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui seberapa besar perbedaan tersebut.

5. Kesimpulan dan saran. Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari hasil analisa untuk mengetahui bagaimana hasil dari penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Masukan Simpang

Terdapat beberapa data masukan yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan terhadap simpang. Data-data tersebut seperti data volume kendaraan, geometri simpang, dan pengaturan pada simpang. Data masukan volume kendaraan pada simpang dilakukan secara terklasifikasi. Kendaraan diklasifikasikan dalam beberapa jenis, yaitu : sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan kendaraan tak bermotor (UM). Pada masing-masing simpang dilakukan 4 kali pengambilan data berdasarkan periode waktu. Pengambilan data pada periode pagi dilakukan pada pukul 06:30-07:00 WIB, periode siang pada pukul 11:00-12:00 WIB, periode sore pada pukul 15:00-16:00 WIB, dan periode malam pada pukul 19:00-20:00 WIB. Masing-masing jenis kendaraan memiliki nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) yang berbeda-beda. Besarnya nilai emp tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 1** Nilai emp Simpang Bersinyal dan Simpang Tak Bersinyal

Tipe Kendaraan	emp Simpang Bersinyal		emp Simpang Tak Bersinyal
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan	
LV	1,0	1,0	1,0
HV	1,3	1,3	1,3
MC	0,2	0,4	0,5

Hasil survey volume dari masing-masing simpang dikalikan dengan nilai emp sehingga didapat volume dalam satuan smp/jam. Nilai emp ini digunakan untuk kedua pernakat lunak tersebut, sehingga volume yang nantinya akan di inputkan memiliki nilai yang sama. Volume dalam satuan smp/jam dan kondisi pengaturan dari masing-masing simpang ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Simpang SMP 2 Jember merupakan simpang bersinyal dengan 4 lengan. Pendekat pada simpang ini yaitu sebagai berikut: Jalan PB. Sudirman 1 (Utara), Jalan PB. Sudirman 2 (selatan), Jalan Anggrek (barat), dan Jalan Bedadung (timur). Simpang ini hanya memiliki 3 fase, karena pada pendekat jalan anggrek adalah jalan 1 arah dan hanya menampung pergerakan masuk. Pendekat ini tidak memiliki pergerakan keluar. Panjang siklus simpang ini sebesar 78 detik. Masing-masing fase memiliki waktu antar hijau 3 detik. Pendekat utara memiliki waktu hijau 20 detik. Pendekat selatan dengan waktu hijau 30 detik dan pendekat timur dengan waktu hijau 14 detik. Tipe lingkungan simpang ini adalah komersial.

**Tabel 2** Volume Simpang SMP 2 Jember (smp/jam)

Waktu	Jl. PB. Sudirman 1			Jl. PB. Sudirman 2			Jl. Bedadung		
	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan
Pagi	22	860	41	251	923	803	68	121	139
Siang	13	778	34	179	726	560	46	73	46

Sore	29	803	36	155	550	530	37	133	70
Malam	27	633	35	182	462	605	77	70	62

**Tabel 3** Volume Simpang Jarwo (smp/jam)

Waktu	Jl. Slamet Riyadi		Jl. PB. Sudirman		Jl. Mastrip	
	Kiri	Lurus	Lurus	Kanan	Kiri	Kanan
Pagi	513	630	679	420	385	533
Siang	271	501	469	245	230	343
Sore	335	578	490	226	223	486
Malam	202	391	358	229	234	282

Simpang Jarwo Jember merupakan simpang bersinyal dengan 3 lengan. Pendekat pada simpang ini yaitu sebagai berikut : Jalan Slamet Riyadi (Utara), Jalan PB. Sudirman (selatan), dan Jalan Mastrip (timur). Simpang ini memiliki 3 fase. Masing-masing fase memiliki waktu antar hijau 3 detik. Pendekat utara memiliki waktu hijau 20 detik. Pendekat selatan dengan waktu hijau 40 detik dan pendekat timur dengan waktu hijau 20 detik. Tipe lingkungan simpang ini adalah komersial.

**Tabel 4** Volume Simpang Armed (smp/jam)

Waktu	Jl. Letjen Suprpto 1		Jl. Letjen Suprpto 2		Jl. Moch. Seroedji	
	Kiri	Lurus	Lurus	Kanan	Kiri	Kanan
Pagi	178	454	898	597	383	273
Siang	122	455	502	283	158	115
Sore	136	522	579	320	206	172
Malam	92	341	377	213	119	86

Simpang Armed Jember merupakan simpang tak bersinyal dengan 3 lengan. Pendekat pada simpang ini yaitu sebagai berikut : Jalan Letjen Suprpto 1 (Utara), Jalan Letjen Suprpto 2 (selatan), dan Jalan Moch. Seroedji (timur). Jalan Letjen Suprpto merupakan pendekat mayor dan jalan Moch. Seroedji merupakan pendekat minor. Tipe lingkungan simpang ini adalah komersial.

**Tabel 5** Volume Simpang Kaca Piring (smp/jam)

Waktu	Jl. Cempaka			Jl. Teratai			Jl. Kaca Piring			Jl. Arwana		
	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan	Kiri	Lurus	Kanan
Pagi	68	38	101	57	77	70	70	268	261	260	275	77
Siang	47	26	70	40	54	49	49	188	183	182	193	54
Sore	54	30	80	46	62	56	56	158	209	208	163	61
Malam	34	19	50	28	38	35	35	99	130	130	102	38

Simpang Kaca Piring Jember merupakan simpang tak bersinyal dengan 4 lengan. Pendekat pada simpang ini yaitu sebagai berikut : Jalan Cempaka (Utara), Jalan Teratai (selatan), Jalan Arwana (barat), dan Jalan Kaca Piring (timur). Jalan Cempaka dan jalan Teratai

merupakan pendekat minor. Jalan Arwana dan Jalan Kaca Piring merupakan pendekat mayor. Tipe lingkungan simpang ini adalah komersial.

### Kinerja Simpang Menggunakan KAJI dan PTV Vistro

#### *Simpang Bersinyal*

Input data pada perangkat lunak KAJI dan PTV Vistro hampir sama. Input yang dilakukan yaitu input volume dalam satuan smp/jam, input geometri simpang, dan input pengaturan simpang. Data masukan KAJI sama dengan data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan SIG. Hal yang membedakan input data KAJI dan PTV Vistro diantaranya yaitu : ukuran kota tidak diperlukan dalam PTV Vistro, PTV Vistro lebih mendetailkan faktor koreksi untuk hambatan samping, dan pada PTV Vistro dilengkapi dengan fitur cbd. Hal ini juga berlaku untuk simpang tak bersinyal. Masing-masing perangkat lunak tersebut secara otomatis akan melakukan perhitungan kinerja. Pada hasil analisa simpang bersinyal, terdapat 5 parameter yang bisa didapatkan. Kelima parameter tersebut yaitu nilai derajat kejenuhan, tundaan, tingkat pelayanan (LOS), nilai S, dan kapasitas.

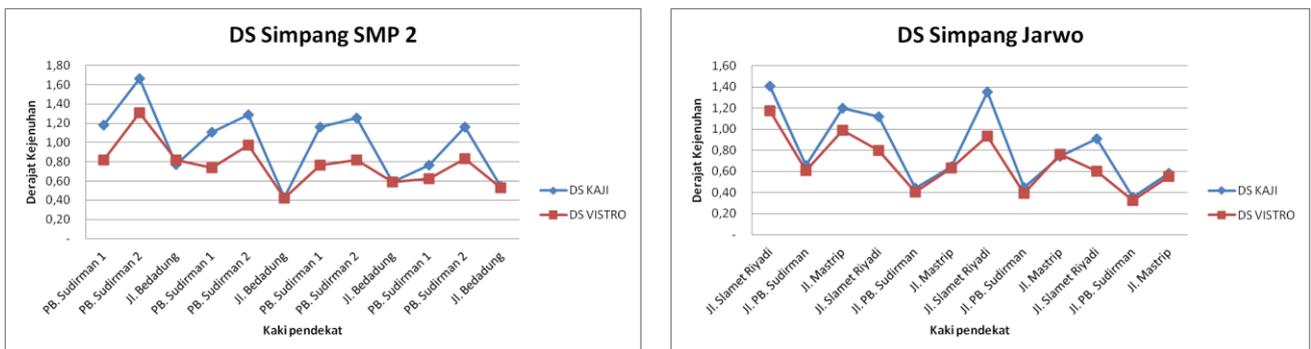
**Tabel 6** Hasil Kinerja Simpang Bersinyal

Nama Simpang	Periode Waktu	Kaki Simpang	KAJI					PTV Vistro (Metode HCM 2010)				
			DS	Tundaan (det/smp)	LoS	S	Kapasitas	DS	Tundaan (det/smp)	LoS	S	Kapasitas
Simpang SMP 2	Pagi	Jl. PB. Sudirman 1	1.18	380	F	2.501	685	0,82	1.063	F	3652	1055
		Jl. PB. Sudirman 2	1.66	1,244	F	2.205	906	1,31	1.970	F	3594	1437
		Jl. Bedadung	0.77	44	D	1.854	356	0,82	53	D	1796	399
	Siang	Jl. PB. Sudirman 1	1.11	247	F	2.501	685	0,74	821	F	3632	1049
		Jl. PB. Sudirman 2	1.29	563	F	2.192	901	0,98	1.104	F	3562	1425
		Jl. Bedadung	0.43	30	C	1.773	340	0,42	33	C	1787	397
	Sore	Jl. PB. Sudirman 1	1.16	340	F	2.494	683	0,77	864	F	3652	1055
		Jl. PB. Sudirman 2	1.25	497	F	2.188	899	0,82	684	F	3573	1429
		Jl. Bedadung	0.59	33	C	1.827	350	0,59	38	D	1824	405
Malam	Jl. PB. Sudirman 1	0.76	34	C	2.495	684	0,62	370	F	3631	1049	
	Jl. PB. Sudirman 2	1.16	329	F	2.227	915	0,83	630	F	3602	1441	
	Jl. Bedadung	0.54	32	C	1.763	338	0,53	36	D	1760	391	
Simpang Jarwo	Pagi	Jl. Slamet Riyadi	1.41	799	F	1.742	391	1,18	382	F	3656	970
		Jl. PB. Sudirman	0.66	24	C	3.244	1.458	0,61	24	C	3819	1793
		Jl. Mastrip	1.20	126	F	3.515	790	0,99	171	F	3474	912
	Siang	Jl. Slamet Riyadi	1.12	373	F	1.742	391	0,80	75	E	3552	942
		Jl. PB. Sudirman	0.44	20	C	3.244	1.458	0,41	19	B	3724	1744
		Jl. Mastrip	0.64	35	D	3.515	790	0,63	40	D	3422	908
	Sore	Jl. Slamet Riyadi	1.35	701	F	1.735	390	0,94	177	F	3607	957

Nama Simpang	Periode Waktu	Kaki Simpang	KAJI					PTV Vistro (Metode HCM 2010)				
			DS	Tundaan (det/smp)	LoS	S	Kapasitas	DS	Tundaan (det/smp)	LoS	S	Kapasitas
		Jl. PB. Sudirman	0.45	20	C	3.206	1.441	0,40	19	B	3783	1776
		Jl. Mastrap	0.75	41	E	3.617	813	0,76	94	F	3242	913
	Malam	Jl. Slamet Riyadi	0.91	71	F	1.753	394	0,60	40	D	3636	965
		Jl. PB. Sudirman	0.36	19	B	3.288	1.478	0,33	17	B	3858	1811
		Jl. Mastrap	0.58	36	D	3.442	773	0,56	36	D	3510	931

Dari tabel bisa dilihat nilai derajat kejenuhan terbesar pada simpang SMP 2 Jember. Terjadi pada saat periode pagi di pendekat PB. Sudirman 2 dengan menggunakan metode KAJI. Nilai DS menunjukkan angka 1,66 sedangkan pada PTV Vistro menunjukkan angka 1,31. Untuk simpang Jarwo, nilai derajat kejenuhan terbesar juga ditunjukkan oleh metode KAJI. Terjadi pada periode pagi pada pendekat Slamet Riyadi. Nilai DS yang dihasilkan 1,41, sedangkan pada PTV Vistro sebesar 1,18.

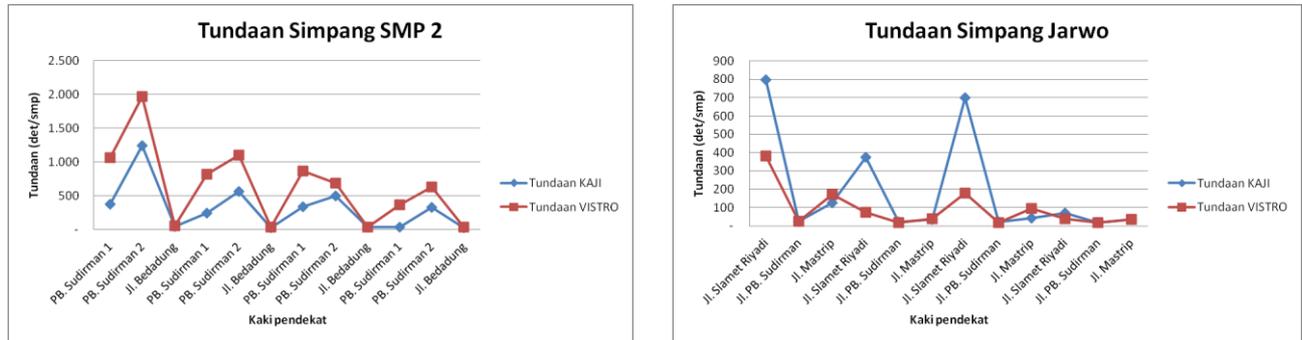
Dari tabel juga bisa dilihat bahwa, nilai derajat kejenuhan yang dihasilkan KAJI pada pendekat lain lebih besar dari pada PTV Vistro. Semakin kecil nilai derajat kejenuhan dari kedua perangkat lunak tersebut maka perbedaan yang dihasilkan juga kecil, begitu sebaliknya. Jika derajat kejenuhan yang dihasilkan semakin besar maka perbedaan antara kedua perangkat lunak tersebut juga semakin besar. Perbedaan derajat kejenuhan yang dihasilkan diakibatkan karena pendekatan dalam penentuan besarnya kapasitas simpang pada kedua perangkat lunak tersebut berbeda. Pendekatan KAJI menghasilkan nilai kapasitas yang lebih besar. Besarnya nilai arus jenuh dasar pada KAJI merupakan fungsi dari perkalian nilai konstanta sebesar 600 dengan lebar efektif pada pendekat. Dengan kata lain, semakin lebar pendekat pada suatu simpang maka nilai kapasitas yang dihasilkan semakin besar pula. Sedangkan pada PTV Vistro, lebar efektif pendekat tidak begitu berpengaruh terhadap besarnya kapasitas. Hal ini disebabkan karena penentuan besar arus jenuh dasar pada pendekatan PTV Vistro didasarkan pada jumlah lajur, bukan berdasarkan lebar efektif. Tetapi meskipun derajat kejenuhan yang dihasilkan berbeda, kedua perangkat lunak memperlihatkan hasil derajat kejenuhan dengan pola yang sama. Hal tersebut juga bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



**Gambar 3** Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan (DS) Pada Simpang Bersinyal

Dari grafik diatas didapatkan bahwa hasil PTV Vistro menghasilkan angka lebih kecil dari pada KAJI. Selain nilai derajat kejenuhan, kesamaan pola ini juga terjadi pada besarnya

tundaan. Hal ini terjadi karena penentuan besar tundaan dipengaruhi oleh besarnya nilai derajat kejenuhan.



**Gambar 4** Perbandingan Nilai Tundaan (D) pada Simpang Bersinyal

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa tundaan dari kedua perangkat lunak tersebut memiliki pola yang sama. Namun pada simpang SMP 2, Tundaan PTV Vistro cenderung lebih besar. Pada simpang Jarwo Tundaan kedua perangkat lunak tersebut juga masih memiliki pola yang sama, tetapi terdapat perbedaan yang jauh pada beberapa pendekat.

### Simpang Tak Bersinyal

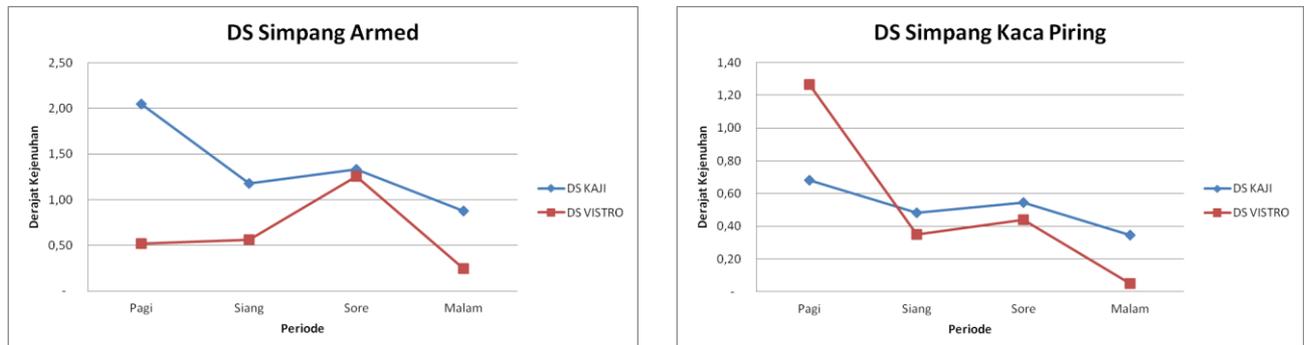
Pada simpang tak bersinyal, parameter yang dapat dibandingkan dari kedua perangkat lunak tersebut yaitu nilai derajat kejenuhan, tundaan, dan tingkat pelayanan. Sedangkan pada antrian tidak bisa dibandingkan. Karena pada perangkat lunak KAJI tidak dihasilkan nilai panjang antrian, tetapi menghasilkan nilai peluang antrian dalam satuan persen (%). Perbandingan dari hasil kinerja kedua perangkat lunak tersebut bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 7** Hasil Kinerja Simpang Tak Bersinyal

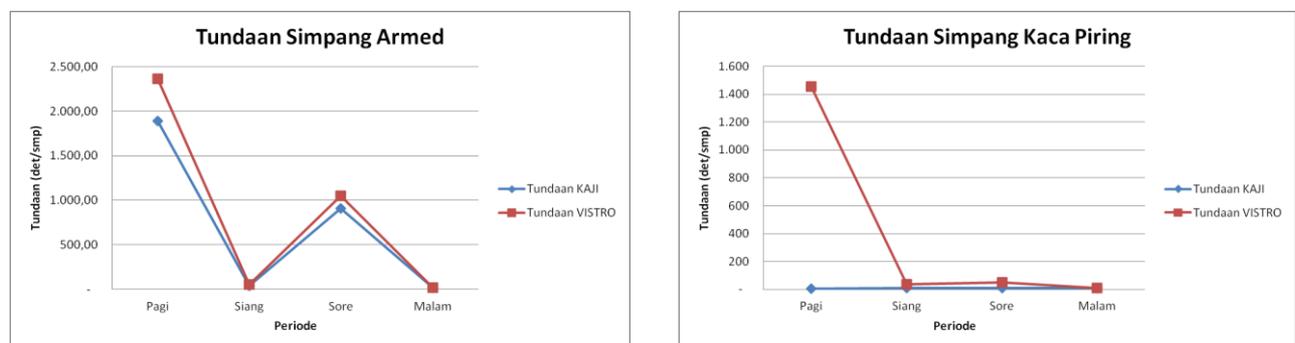
Nama Simpang	Periode	KAJI			PTV Vistro (Metode HCM 2010)		
		DS	Tundaan (det/smp)	LoS	DS	Tundaan (det/smp)	LoS
Simpang Armed	Pagi	2.05	1,887.00	F	0,52	2.360	F
	Siang	1.18	36	D	0,56	55	F
	Sore	1.34	911	F	1,26	1.049	F
	Malam	0.88	15	B	0,25	20	C
Simpang Kaca Piring	Pagi	0.68	7	A	1,27	1.453	F
	Siang	0.48	9	A	0,35	38	E
	Sore	0.55	10	A	0,44	51	F
	Malam	0.35	8	A	0,05	8	C

Dari tabel diatas bisa dilihat hasil kinerja terbesar simpang Armed terjadi pada metode KAJI. Terjadi pada periode sore dengan DS sebesar 1,34, sedangkan pada PTV Vistro sebesar 1,26. Untuk simpang Kaca Piring, nilai DS terbesar yaitu 1,27. Terjadi pada periode pagi dengan menggunakan metode PTV Vistro. Pada metode KAJI menunjukkan DS sebesar 0,68.

Hasil kinerja dengan menggunakan KAJI dan PTV Vistro menghasilkan nilai yang berbeda. Serupa dengan hasil simpang bersinyal, pada kasus simpang tak bersinyal ini PTV Vistro cenderung menghasilkan angka yang lebih kecil. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



**Gambar 5** Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan (DS) Pada Simpang Tak Bersinyal



**Gambar 6** Perbandingan Nilai Tundaan (D) pada Simpang Bersinyal

Dari grafik pada Gambar 5 didapatkan bahwa hasil DS pada PTV Vistro cenderung menghasilkan angka lebih kecil dari pada KAJI. Hal ini berbeda dengan hasil tundaan yang dihasilkan pada grafik di Gambar 6. Hasil tundaan PTV Vistro menunjukkan nilai yang lebih besar dari pada KAJI.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan diatas terdapat perbedaan antara kinerja yang dihasilkan PTV Vistro dan KAJI. Pada Simpang bersinyal, hasil kinerja PTV Vistro dan KAJI menunjukkan pola yang sama, namun angka yang dihasilkan PTV Vistro lebih kecil dari pada KAJI. Pada simpang tak bersinyal menunjukkan bahwa kinerja PTV Vistro dan KAJI memiliki pola yang tidak sama serta hasil yang berbeda. Pada Kedua simpang tak bersinyal kinerja terbesar dihasilkan oleh KAJI, sedangkan PTV Vistro menghasilkan kinerja yang lebih kecil. Perbedaan kinerja ini disebabkan karena kedua perangkat lunak tersebut memiliki faktor koreksi dan pendekatan yang tidak sama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Transportasi – Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember atas fasilitas penggunaan Software PTV Vistro (licence version), PTV Indonesia atas fasilitas penggunaan Software PTV Vistro (demo version), serta Dinas

Perhubungan Kab. Jember dan Satlantas Polres Jember atas bantuan dan dukungan selama pelaksanaan survei lapangan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Islami, F. 2012. Analisis Kinerja Simpang Jl. Dr. Setiabudhi – Jl. Sersan Bajuri, Bandung. *Skripsi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- PTV. AG. 2013. *PTV. Vistro User Manual*. Oregon: PTV Group.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota. 1999. *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas*. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Wikrama, J. 2010. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak). *Skripsi*. Denpasar: Universitas Udayana Bali.
- Jauhari, S. 2004. Perbandingan Keluaran Kinerja Simpang Bersinyal Terkoordinasi Berdasarkan Pendekatan MKJI dan Software Transyt. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

# **SIMULASI ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS MENGUNAKAN PTV VISTRO (STUDI KASUS : KOMPLEK RUKO BERJAYA BATAM)**

**Arif Rifai**  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[tonyek.rifai@gmail.com](mailto:tonyek.rifai@gmail.com)

**Sonya Sulistyono**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

**Jojok Widodo Soetjipto**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[jojok.teknik@unej.ac.id](mailto:jojok.teknik@unej.ac.id)

## **Abstract**

Traffic Impact Analysis (TIA) is study on the impact of development on the surrounding transportation network. Complex Ruko Berjaya is a commercial and residential complex that will be built on the city of Batam. This area has been done but the traffic impact analysis using the manual calculation method MKJI. For traffic impact analysis was performed on the complex of the Ruko Berjaya Batam use PTV Vistro. Analysis on PTV Vistro will be compared with MKJI method that performed on the input volume adjustment. There are differences in the determination of the saturation flow and the capacity of the two methods, which produce the PTV Vistro capacity greater than MKJI. Output performance PTV Vistro results show a lower value than the calculation MKJI.

**Keywords:** TIA, PTV Vistro, MKJI

## **Abstrak**

Analisis dampak lalu lintas (andalalin) adalah sebuah studi untuk membahas dampak dari suatu pembangunan terhadap jaringan transportasi sekitarnya. Komplek Ruko Berjaya merupakan suatu kompleks perumahan dan ruko yang akan di bangun dikawasan kota batam. Kawasan ini sudah pernah dilakukan analisis dampak lalu lintas namun menggunakan metode MKJI dengan perhitungan manual. Untuk itu dilakukan simulasi analisis dampak lalu lintas terhadap Komplek Ruko Berjaya Batam menggunakan PTV Vistro. Analisis pada PTV Vistro akan dibandingkan dengan Metode MKJI yang dilakukan penyesuaian pada input volume. Terdapat perbedaan pada penentuan nilai arus jenuh dan kapasitas pada kedua metode, dimana PTV Vistro menghasilkan nilai kapasitas yang lebih besar dari MKJI. Hasil kinerja keluaran PTV Vistro menunjukkan nilai yang lebih rendah dari perhitungan MKJI.

**Kata kunci:** analisa dampak lalu lintas (Adalalin), PTV Vistro, MKJI

## **PENDAHULUAN**

Komplek Ruko Berjaya merupakan salah satu kompleks perumahan dan ruko baru yang dibangun di Batam. Analisa Dampak Lalu Lintas (Andalalin) terhadap Komplek Ruko Berjaya telah dilakukan oleh pihak konsultan dan dalam pengerjaannya menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Penggunaan alat bantu software belum pernah digunakan dalam proses analisis dampak lalu lintas di Komplek Ruko Berjaya.

PTV Vistro merupakan software baru dibidang rekayasa transportasi. Software merupakan pengembangan dari software yang telah ada yaitu Trafrix. Penggunaan software ini difokuskan pada perhitungan simpang dan analisis dampak lalu lintas. Software ini menggunakan standar HCM 2010, HCM 2000, ICU sebagai dasar perhitungan simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Software ini masih belum banyak diaplikasikan di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan Analisa Dampak Lalu Lintas menggunakan PTV Vistro di Komplek Ruko Berjaya Batam.

## METODELOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Komplek Perumahan Ruko Berjaya yang terletak di Kelurahan Teluk Tering - Kecamatan Batam Kota - Kota Batam - Provinsi Kepulauan Riau.



**Gambar 1** Peta Lokasi Komplek Ruko Berjaya  
(Sumber : Dokumen Andalalin Komplek Ruko Berjaya, 2013)

### Tahapan Analisis

Tahap awal penelitian ini adalah pengkajian data dokumen andalalin Komplek Ruko Berjaya Batam. Dari data awal tersebut disiapkan untuk asumsi awal dalam melakukan permodelan didalam PTV Vistro. Kajian data untuk analisis dampak lalu lintas Komplek Ruko Berjaya Batam dengan PTV Vistro yaitu :

#### Persiapan data

Pada tahap awal yaitu persiapan data masukan PTV Vistro. Data yang dimaksud disini adalah data volume pergerakan simpang, data geometrik simpang, angka pertumbuhan, bangkitan lalu lintas, dan distribusi laulintas. Dari data awal dalam dokumen dilakukan penyesuain agar dapat menjadi data masukan dalam PTV Vistro.

#### Membangun jaringan jalan

Langkah awal dalam melakukan permodelan dalam PTV Vistro adalah melakukan pengaturan awal seperti pengaturan satuan dan pengaturan arah mengemudi. Selanjutnya membangun jaringan jalan. Pertama harus menemukan lokasi penelitian dalam peta digital yang ada dalam PTV Vistro. Setelah menemukan lokasi penelitian

maka selanjutnya menambahkan simpang sesuai dengan peta terdampak yang sudah ada dan saling mengkoneksikan simpang tersebut.

#### Analisis kinerja simpang

Data yang diperlukan dalam melakukan analisis kinerja simpang dalam Vistro antara lain volume lalu lintas terkoreksi, geometri simpang, angka pertumbuhan, dan fase dan waktu sinyal.

#### Analisis bangkitan dan tarikan lalu lintas

Dalam analisis bangkitan dan tarikan lalin diasumsikan dengan data pembanding proyek lain yang sesuai. Analisis ini digunakan untuk menentukan jumlah perjalanan dari dan menuju zona pembangunan. Input data bangkita dalam Vistro dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan nilai prosentase dari dan menuju zona atau dengan memasukan secara langsung nilai pergerakan kendaraan keluar masuk zona.

#### Analisis distribusi lalu lintas.

Analisis dilakukan untuk menentukan pola distribusi lalu lintas yang terjadi akibat bangkitan dan tarikan di lokasi proyek Komplek Ruko Berjaya Batam. Pola distribusi yang ada dalam Vistro menggunakan nilai prosentase pergerakan dari dan menuju tiap zona yang ada.

#### Analisis pembebanan lalu lintas.

Analisis ini dilakukan untuk menentukan beban yang ditimbulkan oleh pembangunan Komplek Ruko Berjaya terhadap jaringan jalan di sekitar lokasi proyek. Nilai pembebanan dalam Vistro ditentuka dari pemilihan rute perjalanan. Pemilihan rute terpendek akan dilakukan secara otomatis oleh software PTV Vistro sendiri, namun dapat dilakukan penyesuaian pemilihan rute pembebanan sendiri.

#### Skenario

Langkah terakhir dalam pemodelan menggunakan PTV Vistro adalah pembuatan skenario. Jika terdapat penyesuaian lain yang ingin dilakukan maka dapat dibuat skenario baru. Dari skenario baru dapat dibandingkan hasil antara keadaan eksisting dengan skenario baru yang dibuat. Skenario yang dapat dilakukan antara lain mitigasi *do minimum* atau dengan melakukan beberapa optimasi dari keadaan awal yang ada.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Masukan data yang dibutuhkan dalam PTV Vistro membutuhkan sedikit penyesuaian dari data awal yang ada dalam dokumen andalalin yang ada. Input volume dalam Vistro dilakukan dalam satuan smp/jam per lajur pergerakan. Selain itu dalam input volume juga harus dalam keadaan seimbang untuk suatu kawasan.

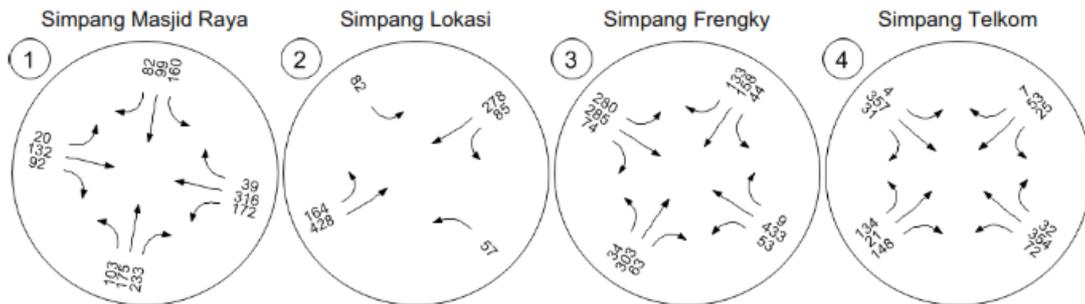
### **Input Data Vistro**

Data awal yang diperlukan untuk melakukan permodelan didalam Vistro. Data-data yang diperlukanyaitu: volume, geometrik simpang, angka pertumbuhan, bangkitan perjalanan, distribusi perjalanan, dan pembebanan lalu lintas. Input data untuk pemodelan dalam Vistro antara lain:

#### ***Volume***

Pada input data volume terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi. Volume dalam perhitungan menggunakan Vistro nilai volume suatu jaringan harus dalam keadaan seimbang, hal ini berarti kendaraan yang masuk sama dengan yang keluar dengan asumsi

tidak ada penambahan kendaraan pada tengah perjalanan. Hasil input data ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 2** Output Volume Eksisting Simpang

Simpang dengan pergerakan terbesar yaitu simpang frengky dengan total pergerakan yang terjadi sebesar 1868 smp/jam, sedangkan untuk simpang masjid raya sebesar 1621 smp/jam. Simpang bersinyal memiliki pergerakan yang kecil, pada simpang lokasi sebesar 1459 smp/jam dan pada simpang telkom sebesar 1661 smp/jam.

**Bangkitan Perjalanan**

Bangkitan perjalanan suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh lalu lintas yang disebabkan oleh kendaraan yang keluar masuk kawasan tersebut. Bangkitan ini juga akan sebanding dengan jumlah unit rumah dan ruko yang akan dibangun. Dalam menentukan bangkitan suatu kawasan dapat menggunakan pendekatan bangkitan suatu kawasan lain dengan karakteristik yang sama.

Pendekatan nilai bangkitan untuk kawasan Komplek Ruko Berjaya ini berdasarkan lokasi pembandingan dengan karakteristik yang sama. Lokasi pembandingan yang digunakan adalah pada Ruko Puri Legenda Kota Bata. Perkiraan bangkitan lalu lintas pada lokasi studi ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1** Perkiraan Bangkitan Lalu Lintas

Lokasi		Tarikan dan Produksi (kend/jam)			
		LV	HV	MC	Jumlah
Komplek Ruko Berjaya	Tarikan	11	1	77	89
	Produksi	28	1	197	226
	<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>2</b>	<b>274</b>	<b>315</b>

Sumber: Dokumen Andalalin Komplek Ruko Berjaya, 2013

Data bangkitan dalam satuan kendaraan/jam harus dirubah dalam satuan mobil penumpang untuk menjadi data masukan dalam Vistro. Selanjutnya data bangkitan didistribusikan berdasar prosentase pergerakan dari tiap zona. Berikut *output* bangkitan lalu lintas.

**Trip generation summary**

**Added Trips**

Zone ID: Name	Land Use variables	Code	Ind. Var.	Rate	Quantity	% In	% Out	Trips In	Trips Out	Total trips	% of Total Trips
21: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	8	5	13	7.26
22: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	18	4	22	12.29
23: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	19	8	27	15.08
24: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	11	2	13	7.26
25: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	22	10	32	17.88
26: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	16	6	22	12.29
27: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	8	7	15	8.38
28: Zone				1.000	0.000	50.00	50.00	25	10	35	19.55
<b>Added Trips Total</b>								<b>127</b>	<b>52</b>	<b>179</b>	<b>100.00</b>

Gambar 3. Output Bangkitan Lalu Lintas Pada PTV Vistro

**Distribusi Perjalanan**

Distribusi lalu lintas berguna untuk menentukan arah pergerakan dari dan menuju suatu kawasan. Distribusi lalu lintas suatu kawasan dapat disajikan dalam suatu matriks OD. Berikut matriks OD untuk kawasan Komplek Ruko Berjaya.

**Tabel 2** Matrik OD Perjalanan Tanpa Pengembangan (smp/jam)

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
1	-	82	160	8	23	37	15	16	341
2	20	-	132	7	22	34	14	15	244
3	39	316	-	14	40	64	25	28	526
4	40	24	19	-	11	13	5	6	118
5	59	34	78	109	-	73	22	263	638
6	64	37	85	118	34	-	5	58	401
7	1	1	1	1	172	38	-	218	432
8	2	1	2	3	447	74	117	-	646
Total	225	495	477	260	749	333	203	604	3.346

Sumber: Dokumen andalalin Pembangunan Ruko Ruko Berjaya (2013)

Dari data OD di atas didapatkan nilai prosentase perjalanan dari dan menuju tiap zona yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai prosentase ini yang menjadi data masukan dalam PTV Vistro. Tabel 3 ditunjukkan output distribusi lalu lintas pada PTV Vistro.

**Pembebanan lalu lintas**

Nilai pembebanan lalu lintas dalam Vistro dilakukan dengan memilih kemungkinan rute terpendek yang dipakai pengguna jalan. Data pembebanan dalam PTV Vistro ditunjukkan seperti pada Gambar 4.

**Tabel 3** Output distribusi lalu lintas pada PTV Vistro

Zone / Gate	Zone 21: Zone				Zone / Gate	Zone 22: Zone			
	To Zone:		From Zone:			To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips		Share %	Trips	Share %	Trips
22: Zone	12.5	1	23.9	1	21: Zone	5.56	1	25	1
23: Zone	12.5	1	46.3	2	23: Zone	27.78	5	53	2
24: Zone	12.5	1	0	0	24: Zone	0	0	0	0

Zone / Gate	Zone 21: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
25: Zone	12.5	1	6.7	0
26: Zone	12.5	1	10.5	1
27: Zone	0	0	20	1
28: Zone	12.5	1	40	2
9: Gate	3.4	0	1.3	0
Total	78.4	6	148.7	7

Zone / Gate	Zone 22: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
25: Zone	5.56	1	25	1
26: Zone	5.56	1	14	1
27: Zone	0	0	25	1
28: Zone	5.56	1	50	2
9: Gate	3.1	1	1.4	0
Total	53.1	10	193.4	8

Zone / Gate	Zone 23: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	10.53	2	12.5	1
22: Zone	10.53	2	59.4	5
24: Zone	0	0	12.5	1
25: Zone	5.26	1	12.5	1
26: Zone	5.26	1	0	0
27: Zone	0	0	12.5	1
28: Zone	5.26	1	50	4
9: Gate	0	0	0	0
Total	36.84	7	159.4	13

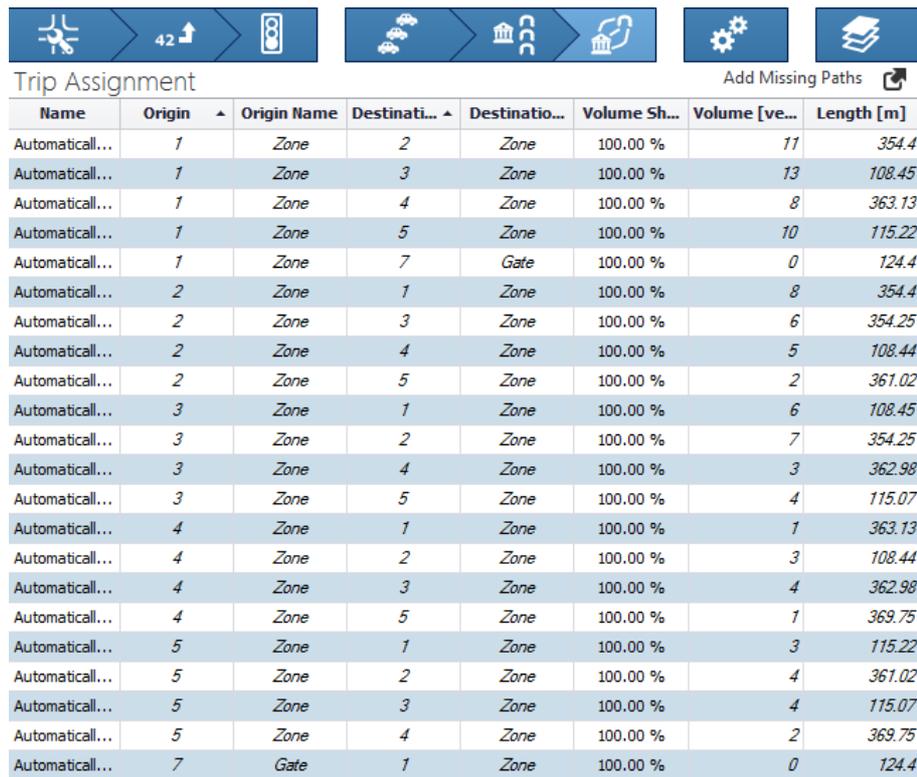
Zone / Gate	Zone 24: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	0	0	50	1
22: Zone	0	0	20	0
23: Zone	9.09	1	15.6	0
25: Zone	18.18	2	0	0
26: Zone	18.18	2	11.1	0
27: Zone	0	0	0	0
28: Zone	9.09	1	50	1
9: Gate	3.6	0	1.5	0
Total	58.15	6	148.2	2

Zone / Gate	Zone 25: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	0	0	9	1
22: Zone	4.55	1	5.3	1
23: Zone	4.55	1	12.1	1
24: Zone	0	0	16.7	2
26: Zone	4.55	1	11.4	1
27: Zone	13.64	3	10	1
28: Zone	9.09	2	50	5
9: Gate	2.5	1	1.4	0
Total	38.86	9	115.9	12

Zone / Gate	Zone 26: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	6.25	1	15.7	1
22: Zone	6.25	1	9.2	1
23: Zone	0	0	20.7	1
24: Zone	0	0	29	2
25: Zone	6.25	1	8.5	1
27: Zone	6.25	1	0	0
28: Zone	6.25	1	50	3
9: Gate	0	0	1.3	0
Total	31.25	5	134.4	9

Zone / Gate	Zone 27: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	12.5	1	0.2	0
22: Zone	12.5	1	0.2	0
23: Zone	12.5	1	0.2	0
24: Zone	0	0	0	0
25: Zone	12.5	1	39.5	3
26: Zone	0	0	8.7	1
28: Zone	50	4	42.9	3
9: Gate	3.4	0	1.2	0
Total	103.4	8	92.9	7

Zone / Gate	Zone 28: Zone			
	To Zone:		From Zone:	
	Share %	Trips	Share %	Trips
21: Zone	8	2	7	1
22: Zone	8	2	14.1	1
23: Zone	16	4	14.8	1
24: Zone	4	1	8.6	1
25: Zone	20	5	17.2	2
26: Zone	12	3	12.5	1
27: Zone	12	3	40	4
9: Gate	20	5	19.5	2
Total	100	25	133.7	13



Name	Origin	Origin Name	Destinati...	Destinatio...	Volume Sh...	Volume [ve...	Length [m]
Automaticall...	1	Zone	2	Zone	100.00 %	11	354.4
Automaticall...	1	Zone	3	Zone	100.00 %	13	108.45
Automaticall...	1	Zone	4	Zone	100.00 %	8	363.13
Automaticall...	1	Zone	5	Zone	100.00 %	10	115.22
Automaticall...	1	Zone	7	Gate	100.00 %	0	124.4
Automaticall...	2	Zone	1	Zone	100.00 %	8	354.4
Automaticall...	2	Zone	3	Zone	100.00 %	6	354.25
Automaticall...	2	Zone	4	Zone	100.00 %	5	108.44
Automaticall...	2	Zone	5	Zone	100.00 %	2	361.02
Automaticall...	3	Zone	1	Zone	100.00 %	6	108.45
Automaticall...	3	Zone	2	Zone	100.00 %	7	354.25
Automaticall...	3	Zone	4	Zone	100.00 %	3	362.98
Automaticall...	3	Zone	5	Zone	100.00 %	4	115.07
Automaticall...	4	Zone	1	Zone	100.00 %	1	363.13
Automaticall...	4	Zone	2	Zone	100.00 %	3	108.44
Automaticall...	4	Zone	3	Zone	100.00 %	4	362.98
Automaticall...	4	Zone	5	Zone	100.00 %	1	369.75
Automaticall...	5	Zone	1	Zone	100.00 %	3	115.22
Automaticall...	5	Zone	2	Zone	100.00 %	4	361.02
Automaticall...	5	Zone	3	Zone	100.00 %	4	115.07
Automaticall...	5	Zone	4	Zone	100.00 %	2	369.75
Automaticall...	7	Gate	1	Zone	100.00 %	0	124.4

Gambar 4 Output pembebanan lalu lintas pada PTV Vistro

### Perhitungan Kinerja

Perhitungan dalam PTV Vistro dapat menggunakan beberapa metode seperti HCM 2010, HCM 2000, dan ICU. Namun dalam pemodelan pada PTV Vistro kali ini perhitungan dilakukan berdasarkan HCM 2010. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai Unjuk Kerja Simpang

No.	NamaSimpang	PendekatSimpang	D (det/smp)	DS	
1	Simpang Masjid Raya		40.1	0.54	
		U	Jl. Ahmad yani-1	26.3	0.34
		B	Jl. Ahmad yani-2	48.7	0.73
		S	Jl. Ahmad yani-4	29	0.49
		T	Jl. Ahmad yani-3	55.93	0.8
2	SimpangFrencky		156.2	0.67	
		U	Jl. Ahmad yani-7	70.23	0.47
		B	Jl. Rosedale	77.12	0.76
		S	Jl. Ahmad yani-9	51.87	0.36
	T	Jl. S. Frencky	400.63	1.17	
4	Simpang Telkom		26.1	0.43	

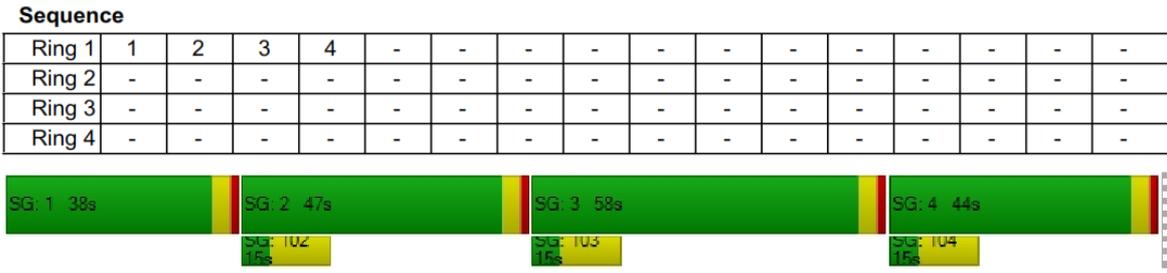
Dari hasil perhitungan pada kedua metode menunjukkan nilai rata-rata DS pada simpang masjid raya sebesar 0.7, hal ini berarti kondisi simpang masih baik. Pada gambar tersebut menunjukkan nilai kinerja simpang frencky dalam sudah tinggi dengan nilai DS tertinggi pada Jl. S frencky sebesar 1.17. Dari kondisi awal tersebut harus dilakukan tindakan mitigasi pada simpang frencky.

### Mitigasi

Optimase waktu fase dilakukan untuk menurunkan nilai DS pada pendekat yang sudah mencapai nilai diatas satu. Pengaturan awal nyala lampu lalu lintas pada simpang ditunjukkan oleh gambar berikut.

**Phasing & Timing**

Control Type	Permiss											
Signal Group	0	3	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0
Lead / Lag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minimum Green [s]	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0
Maximum Green [s]	0	54	0	0	34	0	0	40	0	0	43	0
Amber [s]	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0
All red [s]	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Split [s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehicle Extension [s]	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0
Walk [s]	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
Pedestrian Clearance [s]	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0
I1, Start-Up Lost Time [s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I2, Clearance Lost Time [s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minimum Recall		no			no			no			no	
Maximum Recall		no			no			no			no	
Pedestrian Recall		no			no			no			no	
Detector Location [m]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector Length [m]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I, Upstream Filtering Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



**Gambar 5** Pengaturan awal waktu sinyal simpang Frengky

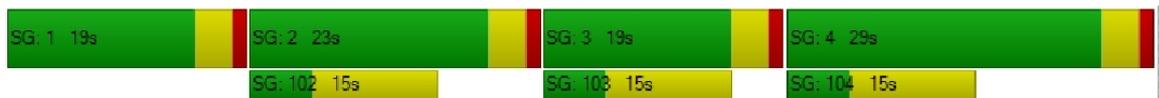
Pada data awal pengaturan fase di simpang Frengky diketahui nilai hijau untuk masing-masing pendekat adalah jl. Ahmad yani utara = 34 detik; jl ahmad yani selatan = 54 detik; jl rosdale = 43 detik; jl s.frengky = 40 detik. Pada simpang frengky nilai kuning dan all red untuk semua pendekat yaitu 4 detik. Pada pengaturan tersebut dilakukan optimasi dengan hasil sebagai berikut

**Intersection Settings**

Cycle Length [s]	90											
Coordination Type	Time of Day Pattern Coordinated											
Actuation Type	Fixed time											
Lost time [s]	0.00											
Control Type	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss	Permiss
Signal Group	0	3	0	0	1	0	0	4	0	0	2	0
Lead / Lag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minimum Green [s]	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
Maximum Green [s]	0	54	0	0	34	0	0	40	0	0	43	0
Amber [s]	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	3.0	0.0
All red [s]	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
Split [s]	0	19	0	0	19	0	0	22	0	0	30	0
Walk [s]	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
Pedestrian Clearance [s]	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0
I1, Start-Up Lost Time [s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Minimum Recall		no			no			no			no	
Maximum Recall		no			no			no			no	
Pedestrian Recall		no			no			no			no	

**Sequence**

Ring 1	1	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ring 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ring 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ring 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**Gambar 6** Hasil mitigasi waktu sinyal simpang Frengky

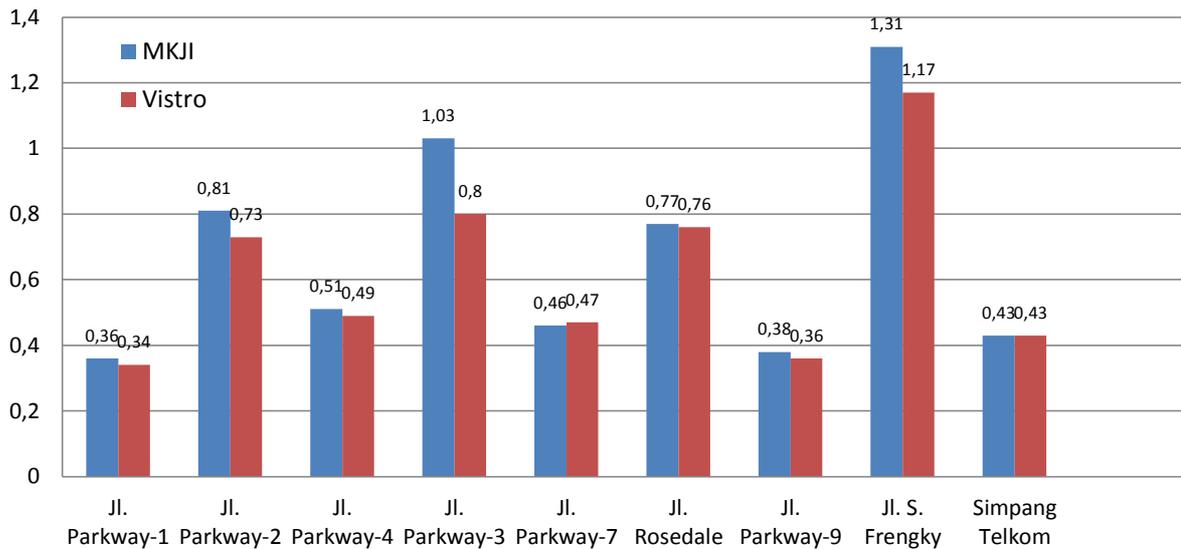
Hasil optimasi fase di simpang Frengky diketahui nilai hijau untuk masing-masing pendekat adalah jl. Ahmad yani utara = 15 detik; jl ahmad yani selatan = 15 detik; jl rosedale = 26 detik; jl s.frengky = 18 detik. Pada simpang frengky nilai kuning dan all red untuk semua pendekat yaitu 4 detik. Pada pengaturan tersebut dilakukan optimasi dengan hasil sebagai berikut

Pada input dalam mitigasi menggunakan PTV Vistro simpang diasumsikan dalam kondisi terkoordinasi. Pengaturan nyala lampu lalu lintas dimasukan dalam waktu split dimana dalam pengaturan ini pengguna harus memasukan nilai hijau, waktu kuning, dan *all red* secara langsung.

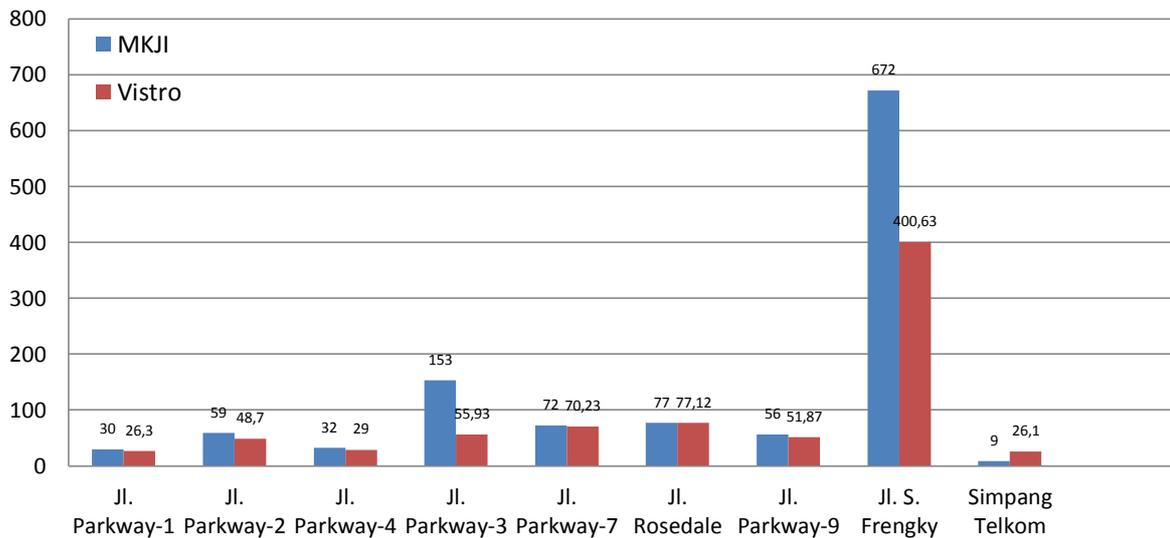
Proses mitigasi dalam PTV Vistro relatif cepat, untuk melakukan satu skenario mitigasi hanya diperlukan waktu dua menit. Hal ini sangat membantu dalam kecepatan pekerjaan analisis dampak lalu lintas.

**Perbandingan Hasil PTV Vistro dan MKJI**

Dasar perhitungan untuk kinerja simpang di Indonesia menggunakan MKJI 1997, maka dari hasil perhitungan PTV Vistro dilakukan perbandingan dengan MKJI. Hal ini dilakukan untuk kontrol hasil perhitungan pada PTV Vistro. Perbandingan hasil yang dilakukan hanya pada nilai DS dan nilai tundaan. Perbandingan hasil kedua metode ditunjukkan dalam gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Perbandingan Nilai DS (Perhitungan Vistro dan MKJI)



Gambar 8. Perbandingan Nilai D (Perhitungan Vistro dan MKJI)

Dari gambar tersebut menunjukkan hasil perhitungan menggunakan PTV Vistro menunjukkan nilai yang lebih kecil dibandingkan pada perhitungan menggunakan metode MKJI. Hal ini dikarenakan nilai kapasitas pada tiap pendekatan pada metode PTV Vistro lebih besar sehingga meningkatkan nilai kinerja. Perbedaan nilai kapasitas ini menghasilkan perbedaan pada hasil perhitungan kinerja. Dengan kapasitas yang lebih besar maka kinerja suatu simpang bisa semakin baik. Pada input volume yang sama maka perhitungan PTV Vistro menghasilkan nilai kinerja yang lebih baik

## KESIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan di atas tidak terjadi perbedaan signifikan dari hasil perhitungan menggunakan metode MKJI dan PTV Vistro. Pada hasil perhitungan menggunakan PTV Vistro kinerja simpang menghasilkan nilai yang lebih rendah. Hal ini

dikarenakan adanya perbedaan penentuan nilai arus jenuh dan kapasitas pada PTV Vistro. Nilai arus jenuh dan kapasitas dalam PTV Vistro lebih besar sehingga kinerja simpang menjadi lebih baik.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih untuk pihak yang membantu dalam penelitian ini yaitu CV Legal Traffic Trans Batam untuk bantuan data awal dalam Dokumen Andalalin yang digunakan untuk input awal dalam PTV Vistro. Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember untuk fasilitas penggunaan software PTV Vistro.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2007. *Analisis Dampak Lalu Lintas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Anonim. 2013. *Analisis Dampak Lalu Lintas Komplek Ruko Berjaya*. Batam: CV. Legal Traffic Trans Batam.
- MKJI. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- PTV Vistro. 2013. *User Manual Vistro 2*. Oregon: PTV America, Inc..
- Tamin, ofyar Z. 2002. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Bandung: Penerbit ITB.

# DETERMINATION OF PASSENGER CARS EQUIVALENCE (PCE) USING LINEAR REGRESSION ANALYSIS METHOD (THE CASE STUDY IS THE ROAD OF AHMAD YANI AND PB. SUDIRMAN STREET, JEMBER)

**Nara Maika Putri**  
Undergraduate in Civil Eng.  
Civil Engineering Departement  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[nara.maika01@gmail.com](mailto:nara.maika01@gmail.com)

**Akhmad Hasanuddin**  
Lecturer in the Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[damha\\_sipilunej@yahoo.co.id](mailto:damha_sipilunej@yahoo.co.id)

**Sonya Sulistyono**  
Lecturer in the Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

## Abstract

Passenger car equivalence (PCE) is the conversion factor of various types of vehicles to become passenger cars. Passenger car equivalence function is to make uniform heterogeneous traffic flow into homogeneous traffic flow. The value of passenger car equivalence of each type of vehicle is different in each size, because every road has different traffic characteristics and geometric condition. This study was conducted in order to get the appropriate value of passenger car equivalence in the research area. The researcher collected the data of traffic volume and the road's geometry using Primer survey. The analysis method that is used to get the value of passenger car equivalence is multiple linear regression analysis. The finding values of passenger car equivalence in the PB. Sudirman street (2/2 UD) are  $MC = 0,32$  and  $HV = 2,31$ , the Ahmad Yani street (3/1) are  $MC = 0,34$  and  $HV = 1,3$ . While, based on MKJI 1997 the passenger car equivalence values of PB. Sudirman street are  $MC = 0,4$  and  $HV = 1,3$ , and the Ahmad Yani street are  $MC = 0,25$  and  $HV = 1,3$ . So, the different values of passenger car equivalence in Sudirman Street are with ratio 11% for MC and 28% for HV. While, in Ahmad Yani street the different values are with ratio 14% for MC and 37% for HV. So that, in morning peak hours the value of DS regression in BP sudirman is smaller than MKJI and the difference is 7%. while in Ahmad Yani street, the value of DS regression is bigger than MKJI and the difference is 9%.

**Keywords:** *passenger car equivalence (PCE), degree of saturation (DS), multiple linear regressions*

## Abstrak

Ekivalensi Mobil Penumpang (emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan menjadi mobil penumpang. Fungsi emp adalah menyeragamkan arus lalu lintas heterogen ke dalam arus lalu lintas homogen. Besarnya nilai emp setiap jenis kendaraan berbeda untuk setiap ukuran, karena setiap ruas jalan memiliki karakteristik lalu lintas dan kondisi geometri yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai emp yang sesuai di ruas jalan lokasi studi. Pengumpulan data dilakukan secara primer untuk mendapatkan data volume lalu lintas dan geometri jalan. Metode analisis untuk mendapatkan nilai emp menggunakan analisis regresi linier berganda. Hasil analisis nilai emp Jalan PB. Sudirman (2/2 UD) diperoleh  $MC = 0,32$  dan  $HV = 2,31$ , Jalan Ahmad Yani (3/1) diperoleh  $MC = 0,34$  dan  $HV = 2,84$ . Sedangkan berdasarkan MKJI 1997 untuk Jalan PB. Sudirman emp  $MC = 0,4$  dan  $HV = 1,3$ , dan Jalan Ahmad Yani diperoleh  $MC = 0,25$  dan  $HV = 1,3$ . Terdapat perbedaan emp MC sebesar 11% dan HV sebesar 28% untuk Jalan PB sudirman, serta MC = 14% dan HV = 37% untuk Jalan Ahmad Yani. Sehingga pada kondisi jam puncak pagi terjadi perbedaan nilai DS regresi lebih kecil jika dibandingkan dengan MKJI dan perbedaannya sebesar 7% pada Jalan PB. Sudirman sedangkan terjadi perbedaan nilai DS lebih besar regresi jika dibandingkan dengan MKJI dengan perbedaan sebesar 9% pada Jalan Ahmad Yani.

**Key words:** *ekivalensi mobil penumpang (emp), derajat kejenuhan (DS), regresi linier berganda*

## INTRODUCTION

Geometric path planning can be calculated based on the volume of traffic that first converted into passenger car units (pcu). Conversion factors of various types of vehicles to

passenger cars is referred to as the passenger car equivalence (pce). The term passenger car equivalence has been introduced by Highway Capacity Manual (HCM) 1965 in Ingle (2004), which is used to analyze traffic flow. From here many emerging interpretations equivalence value of passenger cars produced by the researcher to make the value of the equation. The value of each type of vehicle emp is different for every city size. Each road segment is also different empnya value, since every street has traffic characteristics and different geometric conditions. Emp concept is used to overcome the difference in the space required by a vehicle while in traffic movement.

In 2010 the data traffic shaper is estimated to have been considerably increased, the data of vehicle ownership has reached more than 430 million registered vehicles in the composition of the motorcycle about 70% (Transport Safety Directorate, 2007). Judging from the increase in population in Jember large enough each year, resulting in activity in meeting the daily needs of the ever increasing With the increasing volume of traffic, thus affecting the value of PCE on the road.

Wulandari (2011) have similar research to get the value of emp various types of vehicles in an area corresponding to the location of JL. Kartasura Solo Surakarta. Emp different values obtained with MKJI 1997. PCE value of 1.28 obtained for a small bus, 1.39 for large buses, trucks 2AS 1.54, 1.89 to 2.08 for a truck 3AS and 5AS truck. The results of these calculations show a difference of 29% between calculations with MKJI 1997. But for Jember region has not been studied. So the research carried out to obtain the value pceof the type of road 2/2 UD and 3/1 with city size from 0.5 - 1 million. The method used in the calculation of PCE using multiple linear regression analysis.

## METHODS

### Passenger Car Equivalence (pce)

According MKJI (Manual KapasitasJalan Indonesia) is a passenger car equivalency factor that shows the various types of vehicles than the light vehicle with respect to its effect on the speed of light vehicles in the traffic flow. The analytical methods used to obtain the value of pce is multiple linear regression analysis. This method is often used to determine the shape of the relationship between the dependent variable and the independent variables and trace patterns of relationships that model is not known perfectly.

Here is the general form of the equation of multiple linear regression analysis method:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_zX_z \quad (1)$$

Where : Y = peubah tidak bebas  
X<sub>1</sub>...X<sub>z</sub> = independent variables  
b<sub>0</sub> = regression constants  
b<sub>1</sub>...b<sub>z</sub> = regression coefficient

### Research Sites

Selection of study sites located in Jember on JL. PB.Sudirman with type 2/2 UD and on JL.Ahmad Yani with the type of road (3/1) on the size of the city of 0.5 - 1 million.

### Stages in Research

Steps being taken in this study are:

1. Survey preliminary

2. Survey geometric
3. Survey traffic
4. Processing of data (multiple linear regression analysis using SPSS)
  - a. - Identify the data that is the outlier test in SPSS
  - b. - Hypothesis Testing (Test-F and Simultaneous Test Test Partial-T)

### **PCE Value Calculation With Linear Regression Analysis**

Each type of vehicle has the effect of each of the other types of vehicles, therefore the calculation using multiple linear regression analysis. With the general form as follows:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_ZX_Z$$

PCE value calculation using multiple linear regression analysis using SPSS. In a regression analysis using SPSS we can do some statistical tests to obtain a model equation. There are several stages of multiple linear regression analysis,

1. Outlier Test (Notwithstanding Data)
2. Hypothesis Testing
  - a. Partial Test (Test-T)
  - b. Simultaneous Test (Test-F)

For see the effect of the correlation coefficient is done by t test (Student t) with hypothesis testing steps:

1.  $T_{hitung}$  test value compared to the value obtained  $t_{tabel}$ . If the test value  $\geq t_{hitung}$   $t_{tabel}$  we can conclude there is a relationship between the variables x and y variables.
2. To ensure that formed linear regression equation could be accepted or not, the equation is tested using the test statistic F defined by:
3. The nature of this test is acceptable if the price of the  $F > F_{\alpha} (np-1)$  or  $F < -F_{\alpha} (np-1)$ , with  $F_{\alpha} (np-1)$  obtained from the F distribution table

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Calculation of Linear Regression Model**

The volume of traffic that is used to calculate the value of the vehicle is pce 2 hour traffic volume at peak hours at intervals of 15 minutes six times observation Monday, so the amount of data obtained as many as 144 data. From the data on the number of vehicles passing perjenis entered into the regression equation:

1. The number of vehicles as the dependent variable / dependent (Y)
2. Motorcycle as the independent variable / independent (X1)
3. Vehicles weight as the independent variable / independent (X2)

Here is the output of the calculation by using statistical software SPSS 17 for the calculation of multiple linear regression analysis:

- Model 1 for JL. PB Sudirman
- Model 2 for JL. Ahmad Yani

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin - Watson
1	.979 <sup>a</sup>	.958	.956	29.776	.662
2	.930 <sup>a</sup>	.864	.862	70.387	1.655

a. Predictors: (Constant), HV, MC  
b. Dependent Variable: Q

Of the output can be seen that the independent variables are entered into the model is MC and HV while dependentnya variable is the total vehicle (Q).R shows the multiple correlation is the correlation between two or more independent variables on the dependent variable. The value of R ranges from 0 to 1. If the value is close to 1, then the relationship more closely.

The relationship between the independent variables to the dependent variable can be seen by calculating the correlation value. High-low, strong-weak, or the size of a correlation can be seen by looking at the size of a kofisien called correlation index numbers symbolized by r. Price r ranges between  $-1 < 0 < +1$ , if the price of  $r = +1$  states between these variables are positive influence in the direction of the correlation between the direction of the independent variable if the variable x1 is great paired with large y, or vice versa prices  $r = -1$  states between these variables there are significant negative correlation with the opposite direction, which means that the independent variable if the variable x1 is great paired with a small y.

R rate of output results obtained for JL. PB.Sudirman and JL. Ahmad Yani are 0.979 and 0.930 meaning that the value of r ranges from 0 to 1 so that the correlation between variables and there is positive relationship occurs.

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1364038.936	2	682019.468	147.193	.000 <sup>a</sup>
Residual	60289.008	68	886.603		
Total	1424327.944	70			
2 Regression	4232862.066	2	2116431.033	169.250	.000 <sup>a</sup>
Residual	663872.460	134	4954.272		
Total	4896734.526	136			

a. Predictors: (Constant), HV, MC  
b. Dependent Variable: Q

Anova test or analysis of variance is regression coefficients for test the significance of influence of several independent variables on the dependent variable. From above anova table of  $F_{hitung}$  for JL.PB.Sudirman was obtained for 147 193 while  $F_{hitung}$  to JL. Ahmad Yani is 169 250

Model	Unstandardized Coeffisients		Standardized Coeffisients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1 (Constant)	104.557	20.542		5.090	.000
MC	0.318	.028	.918	37.492	.000
HV	2.312	2.145	.204	.145	.885
2 (Constant)	267.509	41.530		6.441	.000
MC	0.338	.0338	.926	26.910	.000
HV	2.838	2.838	.109	.249	.804

a. Dependent variable: Q

At the output coefficient B are composed of constant values to the variables  $X_1$  and  $X_2$  are the MC is HV, whereas t is of significance testing to determine the effect of variables  $X_1$  and  $X_2$  on Y. The significance is the magnitude of the probability of getting an error in judgment. This test uses the 0.05 level, it means the opportunity to gain a maximum error of 5% with a 95% level of truth.

### Partial Test

For see the effect of the correlation coefficient t test (t student). Value compared to the value of t ttable  $(1 - \alpha / 2)$  (dk), obtained from the student t table value of  $t_{(0.05)(71)} = 1,668$  for the Road Testament. Sudirman and  $t_{(0.05)(137)} = 1,660$  to JL. Ahmad Yani.

PB-T Road Test. Sudirman

$$t_{hitungan\ MC} = 26.910 > t_{(0.05)(71)} = 1.668$$

$$t_{hitungan\ HV} = 0.249 < t_{(0.05)(71)} = 1.668$$

Uji-T Jalan Ahmad Yani

$$t_{hitungan\ MC} = 37.402 > t_{(0.05)(137)} = 1.660$$

$$t_{hitungan\ HV} = 0.145 < t_{(0.05)(137)} = 1.660$$

If the test value  $t_{hitungan} > t_{table} (1 - \alpha / 2)$  (dk), we can conclude there is a relationship between the number of vehicles with a motorcycle (MC) in the location JL.AhmadYaniswhile HV  $t_{hitung}$  smaller than the  $T_{Table} (1 - \alpha / 2)$  ( dk) so that the number of vehicles with a heavy vehicle (HV) there is no relationship between the two this is because on both sides of the road is not passable HV HV so little volume that passed through path proficiency level.

Correlation coefficient test results in PB.Sudirman and Ahmad Yanistreet shown in Table 1:

**Table 1** Correlation Coefficient Test Value on the JL. Sudirman and Ahmad Yani

Methods	Observation Location	Regression Coefficients		T table
		Motorcycle (MC)	Heavy Vehicle (HV)	T tabel $(1 - \alpha/2)(dk)$
Linear Regression	Jalan PB. Sudirman	37.402	0.145	1.668
	Jalan Ahmad Yani	26.910	0.249	1.660

### Uji Simultan

Linear regression equations were formed and then tested with the F test, to ascertain whether the equation is acceptable or not. F values above compared with the value of  $F(1 - \alpha)$  (Ln-2) from the distribution table F. If the test value F calculated  $> F_{table}$  value, it can be concluded that the regression equation is acceptable.

SPSS calculation results obtained from the following equation:

For JL. Ahmad Yani

$$Y = 104.557 + 0.338X_1 - 2.838X_2$$

Where:

$$F_{(95\%)(71)} = 3.13$$

$$F_{hit} = 169,250 > F_{(95\%)(71)} = 3.13$$

For JL. PB. Sudirman

$$Y = 267.509 + 0.318X_1 - 2.312X_2$$

Where:

$$F_{(95\%)(137)} = 3.06$$

$$F_{hit} = 147,193 > F_{(95\%)(137)} = 3.06$$

From the results of the calculations for JL.Ahmad Yani and PB.Sudirman obtained test value F calculated > F table value, it can be concluded that the regression equation is acceptable. Addition of the two equations above are also obtained pce value of the coefficient for each vehicle.

Calculation and Comparison of pce MC and HV in JL.Ahmad Yani and Sudirman with pce calculation method and MKJI 1997 is shown in the following figure:

### Value emp linear regression model

Comparison pce value of regression with MKJI shown in the following figure:

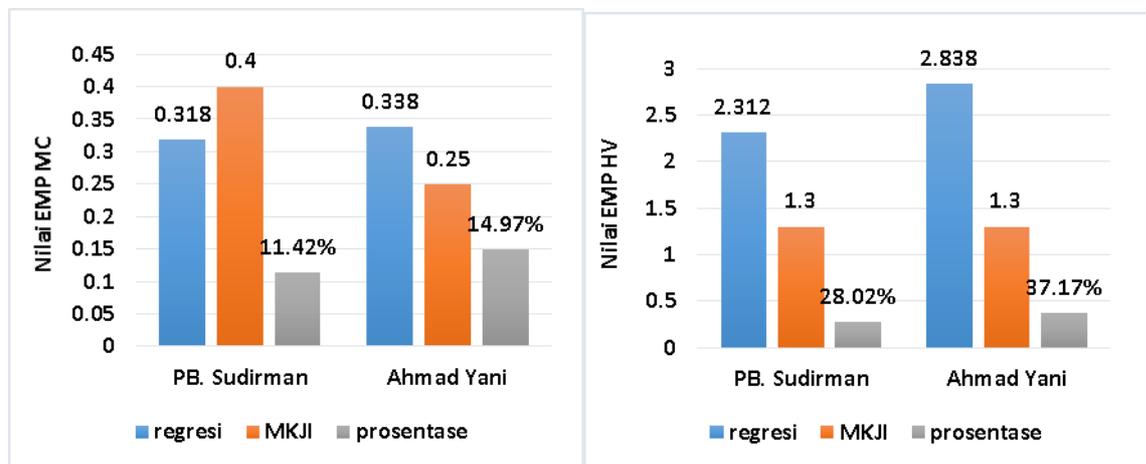


Figure 1 Comparison pce value MC and HV in JL. PB. Sudirman and Ahmad Yani

From the results of calculation and research on pce values obtained on the observation location in JL. PB. Sudirman by calculating the regression analysis method for MC and HV is 0.318 and 2.312, while the value obtained in MKJI 1997 methods, the pce values for MC and HV of 0.4 and 1.3. From these results there is a difference between the two methods is equal to 11% and 28%, while the value of pce on the observation location on JL. Ahmad Yani regression analysis with the calculation method for MC and HV obtained are 0.338 and 2.838, while the value obtained in MKJI 1997 methods the values pce for MC and HV are 0.250 and 1.3. From these results there is a difference between the two methods with ratio 14% and 37%.

### Performance comparison Road of regression pce and MKJI

Recapitulation of road performance calculations in JL. PB. Sudirman and Ahmad Yani can be seen in table 2:

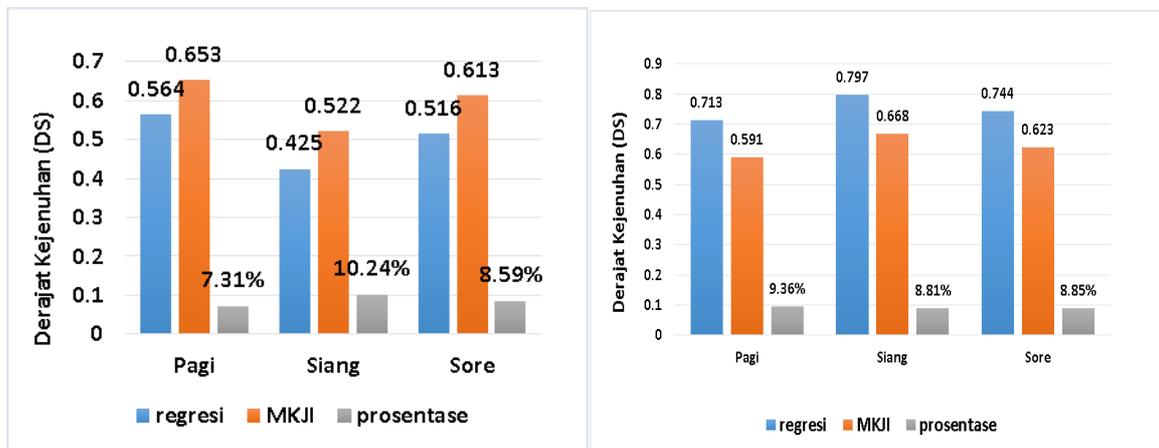
**Table 2** Recapitulation of road performance with pce value Calculations

No	Methods	Observation Location	Roads Performance					
			traffic flow (pcu / h)			Degree of Saturation (DS)		
			Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	Linear Regression	Jln. PB. Sudirman	1829	1379	1675	0.564	0.425	0.516
		Jln. Ahmad Yani	2784	3116	2907	0.793	0.757	0.764

**Table 3** Recapitulation of road performance with pcevalue MKJI 1997

No	Methods	Observation Location	Roads Performance					
			traffic flow (pcu / h)			Degree of Saturation (DS)		
			Pagi	Siang	Sore	Pagi	Siang	Sore
1	MKJI 1997	Jln. PB. Sudirman	2118	1622	1904	0.653	0.522	0.613
		Jln. Ahmad Yani	2311	2610	2436	0.591	0.668	0.623

Here are the results of a performance comparison calculation JL. PB.Sudirman and Ahmad Yani with PCE calculation method and MKJI 1997:



**Figure 2** Perbandingan Derajat Kejenuhan (DS) ruas jalan PB. Sudirman dan jalan Ahmad Yani

From the above table it can be seen that the greater the flow of traffic, the value the greater the degree of saturation as well. The results of the calculation of traffic flows and the degree of saturation with pce method has a linear regression analysis with the difference in MKJI. This is because MKJI 1997 have been outstanding for more than 15 years and has been a change to the traffic conditions at the time of designing MKJI 1997 compared to traffic conditions that exist at the present time. From the results of calculation and research on the DS values obtained at the observation location in JL. Ahmad Yani with the calculation method of regression analysis was 0.713 at peak hours in the morning while the

method MKJI 1997 DS value of 0.591. From these results there is a difference between the two methods is equal with ratio 9%.

## CONCLUSION

From the calculation and analysis in the previous discussion it was concluded based computed values emp Motorcycle (MC) and Heavy Vehicle (HV) with linear regression analysis method to JL. PB.Sudirman amounted to 0.318 and 2.312 with a ratio of 11% and 28%, while the results of the calculation of the value of Motorcycle (MC) and Heavy Vehicle (HV) pce with linear regression analysis method to JL. Ahmad Yani is 0.338 and 2.838 with a ratio of 14% and 37%.

Analysis of the performance of the JL.PB.Sudirman at peak hours in the morning, afternoon and evening based on the calculation, the value of pce traffic flow for 1829, 1379 and 1675 (pcu/h) with a DS of 0.564, 0.425 and 0.516 with a ratio of 7%, 10% and 8%, while segment JL. Ahmad Yani traffic flow is obtained at 2784, 3116, and 2907 (pcu/h) with a DS of 0.713, 0.797 and 0.744 with a ratio of 9%, 8% and 8%.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to thank the Department of Transportation and the National Unity and Political Kab. Jember for their support and permission for data retrieval surve in solving scientific journals.

## REFERENCES

- Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. 1970. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Keselamatan Transportasi, 2007. *Perkiraan pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor*. Jakarta: Direktorat Keselamatan Transportasi, Direktorat Perhubungan Darat, Kementrian Perhubungan.
- Ingle, Anthony. 2004. *Development of Passenger Car Equivalent for Basic Freeway Segments*, Thesis, Master of Sciences in Civil Engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Iskandar, Hikmat. 2010. *Cara Pemutakhiran Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang dan Kapasitas Dasar Ruas Jalan Luar Kota*. Bandung.
- Setiawan, Arief, 2011. *Jurnal Rekayasa dan Management Transportasi*. Studi Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Peumpang (emp) Berbagai Jenis Kendaraan Pada Ruas Jalan Utama Di Kota Palu. Staf Pengajar pada KDK Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu.
- Taylor,MA.P, Young,W., and Bonsall, Peter W. 1996. *Understanding Traffic Systems, Data Analysis and Presentation*. Avebury technical.
- Wulandari, Anita. 2011. *Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang pada Kendaraan Berat Menggunakan Metode Time Headway dan Análisis Regresi Linier*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

## DESIGN OF OFF STREET PARKING FACILITIES ON PASAR TANJUNG – JEMBER DISTRICT

**RizkiHippriyantiDewi N**  
Undergraduate in Civil Eng.  
Civil Engineering Departement  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[rizki.hippriyanti28@gmail.com](mailto:rizki.hippriyanti28@gmail.com)

**NunungNuringHayati**  
Lecturer in Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[nunung.nuring@yahoo.co.id](mailto:nunung.nuring@yahoo.co.id)

**AkhmadHasanuddin**  
Lecturer in Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[damha.sipilunej@gmail.com](mailto:damha.sipilunej@gmail.com)

### Abstract

The PasarTanjung parking problems at Jember makes width effectivity of the street reduced, because of most the activities of the parking and unloading occurs On Street Parking. With 24,970 m<sup>2</sup> of area of PasarTanjung, its only have 1,569 m<sup>2</sup> area of motorcycle parking and 63 m<sup>2</sup> area of the goods transportation . This study has function to planning the location of parking in the PasarTanjung in order to accommodate the vehicles and unloaded goods. Determination spacious parking requirements based on the arrival and departure of vehicles methods and based on the floor area of the building. The methods that have the biggest needed area was choosen. The results of the analysis show that the method is based on the floor area of the building resulted in the largest total parking demand that is 7,101.5 m<sup>2</sup>. Determination of the location of off-street parking is planned at Tanjung Market building floor area of 11,400 m<sup>2</sup>. The division obtained 344 vehicle parking area for motorcycles, passenger cars 174 vehicles, 244 cars of freight vehicles. Other parking locations for motorcycle parking is in an existing park (Area 1) the number of 379 vehicles with a land area of 840 m<sup>2</sup> parking , and Location 3 as much as 780 vehicle parking lot with a land area of 1,638 m<sup>2</sup> .

**Keywords:** *PasarTanjung, off street parking, on street parking*

### Abstrak

Masalah parkir pada Pasar Tanjung Kabupaten Jember mengakibatkan berkurangnya lebar efektif jalan karena sebagian besar aktifitas parkir dan bongkar muat barang terjadi di badan jalan (*On Street Parking*). Dengan luas 24,970 m<sup>2</sup> Pasar Tanjung hanya memiliki luas parkir untuk sepeda motor 1,569 m<sup>2</sup>, dan 63 m<sup>2</sup> untuk angkutan barang. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan perencanaan lokasi parkir pada Pasar Tanjung agar dapat menampung kendaraan yang parkir dan bongkar muat. Penentuan kebutuhan luas parkir menggunakan metode berdasarkan kedatangan dan keberangkatan kendaraan, serta berdasarkan luas lantai bangunan. Berdasar perhitungan dari kedua metode tersebut, diambil kebutuhan luas terbesar. Hasil analisa menunjukkan metode berdasarkan luas lantai bangunan menghasilkan total luas kebutuhan parkir terbesar yaitu 7,101.5 m<sup>2</sup>. Penentuan lokasi parkir di luar badan jalan direncanakan pada gedung Pasar Tanjung lantai 3 seluas 11,400 m<sup>2</sup>. Pembagian area parkirnya diperoleh 344 kendaraan untuk sepeda motor, 174 kendaraan mobil penumpang, 244 kendaraan mobil angkutan barang. Lokasi parkir lainnya untuk sepeda motor berada di taman parkir yang sudah ada (Lokasi 1) dengan jumlah 379 kendaraan dengan luas lahan parkir sebesar 840 m<sup>2</sup>, serta Lokasi 3 sebanyak 780 kendaraan dengan luas lahan parkir sebesar 1,638 m<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** *Pasar Tanjung, Parkir di luar badan jalan, parkir di badan jalan*

## INTRODUCTION

PasarTanjung is the biggest wholesale market traditionally located in Jember District with an area of 24,970 m<sup>2</sup>. The market should have parking facilities loading and unloading of goods is sufficient, so that the traders and visitors can engage in economic activities comfortably. But the market does not have sufficient land area parking. The total area for motorcycle parking only 1,569 m<sup>2</sup>, stevedoring activities only 63 m<sup>2</sup> (can accommodate 3 - 4 cars of freight) and places to park passenger cars are not available. It mostly affects the activity of parking and unloading occurs on Jl.Samanhudi, Jl. Dr. Wahidin and Jl.

Trunojoyo. This condition reduces the effective width of the road, causing congestion on the roads in the vicinity of the Cape market.

Anggriawan(2012) research results showed the value of the degree of saturation is large enough that Jl.Trunojoyo 0.86 at peak hours with side barriers weighted reached in 1,056. According Cahyadi (2014), the Jl. Samanhudiveragesmanuver vehicles parked on the street for 15 seconds. Congestion happens a lot in the use of the road for parking. This study was conducted to review the parking area to meet the needs of the activities in the Cape market. Furthermore, the provision of alternative planning area is done off street parking.

## RESEARCH METHODOLOGY

### Location and Time Research

Location of research taking place Jl. Samanhudi, Jl. Dr.Wahidin, Jl. Trunojoyo (Segment PasarTanjung) and PasarTanjung official parking area. In this study conducted a parking survey observation that, by recording the number of vehicles that perform activities on street parking and parking areas that serve as the official study area. Time the survey was conducted over three days from 06.00 am - 17.00 pm that is, the day Wednesday, December 11, 2013, Sunday on December 15, 2013, and Monday, December 16, 2013. To represent dugunakan holiday Sunday, and Monday and Wednesday are days the daily routine.

### Processing Method

Biggest difference between methods based on arrival and departure vehicle:according Tamin (2000), the characteristics of parking namely:

#### *Duration*

$$\text{Duration} = \text{Exit time} - \text{Entry time} \dots\dots\dots (1)$$

With: Exit time = time when the vehicle out of the parking locations (departure)  
Entry time = time when the vehicle enter the parking area (arrival)

#### *Parking Accumulation Calculation*

To get the amount of parking capacity and the total land area required parking, parking needs to be calculated on the amount accumulated a certain time interval, and obtained by accumulating the number of vehicles that have been in the parking lot at the previous interval plus the number of vehicles entering, and reduced the number of vehicles out at the interval.

$$\text{Accumulation} = E_i - E_x + X \dots\dots\dots (2)$$

With:  $E_i$  = Entry (number of vehicles entering the parking area)  
 $E_x$  = Exit (exit the vehicle at the parking locations)

#### *Building Floor Area Based Methods*

Calculate the parking requirements according to the type and function of the building.

**Table 1** SRP in Market Needs

Area Total (100m <sup>2</sup> )	40	50	75	100	200	300	400	500	1,000
Needs (SRP )	100	185	240	300	520	750	870	1,200	2,300

Sources: Pedoman Teknis Penyelenggaraan Parkir, 1996

**Needs Parking Building Area ( $m^2$ )**

Broad needs of the parking deck to come out of the maximum number of parking of vehicles of each type of vehicle. Of the two methods (based on the largest difference between the arrival and departure of vehicles) and method (based on floor area) taken the highest maximum number of parking vehicles, it is widely known parking lot. After that is done the planning design off-street parking with the applicable statutes, can be seen in the bibliography.

**RESULTS AND DISCUSSION**

**Based on the Biggest Difference between Arrival and Departure Vehicle**

**Duration parking**

This calculation using the formula in equation (1). With the results shown in Table 2.

**Table 2** Average Parking Duration PasarTanjung

No	Type of Vehicle	Wednesday December 11, 2013	Sunday December 15, 2013	Monday December 16, 2013
1	Motorcycles	92 minutes	91 minutes	81 minutes
2	Passenger cars	86 minutes	60 minutes	90 minutes
3	Cargo cars	90 minutes	73 minutes	80 minutes

From the above calculation of the duration average obtained longest duration for parking motorcycles on Wednesday, December 11, 2013 for 92 minutes, for passenger car vehicles obtained the average duration longest on Monday, December 16, 2013 for 90 minutes, and for freight cars goods longest average duration on Wednesday, December 11, 2013 for 90 minutes.

**Accumulation of Parking**

Parking accumulation is the amount of vehicles parked in the area at any given time using equation (2). The results show on Table 3.

Base on Table 3, from the calculations above retrieved accumulated the highest parking accumulation for each vehicle type are obtained for this type motorcycle 474 vehicles on Monday, December 16, 2013, for passenger cars 55 vehicles on Monday, December 11, 2013, for the type of car goods vehicle on day 77 Monday, December 16, 2013.

**Table 3** Accumulation of Parking Top

No	Research	Motorcycles	Passenger cars	Freight car
1	Monday, December 11, 2013	461	55	72
2	Sunday, December 15, 2013	439	44	39
3	Monday, December 16, 2013	474	53	77

### Parking Area Needs

Width requirement is obtained by multiplying the unit Parking Space (SRP) of each type of vehicle with the highest parking accumulation results.

**Table 4** Based Parking Area Requirements The Biggest Difference Between Arrival and Departure Vehicle

No.	Types Unit	Vehicle Parking Space (m <sup>2</sup> )	Accumulated highest parking	Land Area Parking Requirement (m <sup>2</sup> )
1	Motorcycle	1.5	474	711
2	Passenger car	11.5	55	632.5
3	Cargo cars	11.5	77	885.5
<b>Total</b>				<b>2,229</b>

From the above calculations it can be seen that the area of the parking lot by using the method based on the difference between the arrival and departure of vehicles amounting to 2,229 m<sup>2</sup>

### Based on the Parking Area of Building Floor Area

To find extensive parking using methods based on building area, it can be obtained from the conditions set by the (Technical Implementation Guidelines for Parking, 1996) by using the table statutes Parking Space Unit (SRP) as follows Table 1.

Of secondary data that has been known to be able to market a total area of 24,970 m<sup>2</sup> cape worn interpolation formula.

$$Y = 500 - \left( \frac{300 - 249.7}{300 - 200} \right) * (520 - 750) = 614.5$$

$$SRP = y * SRP = 614.5 * 11.5 = 7,066.7 \text{ m}^2$$

From the above it can be seen interpolation calculation needs PasarTanjung parking area of land with a building area method based on the SRP market requires a land area of 7,101.5 m<sup>2</sup> parking.

From the results of the second calculation method chosen needs of the largest land area parking lot, which is a method based on the floor area of the building with the needs of the land area of 7,101.5m<sup>2</sup>Park, because the results of calculations by choosing a larger area is expected to accommodate more vehicles.

### Land Area Parking Requirement for Every Type of Vehicle

Parking needs of land area is obtained by multiplying the percentage requirement SRP (method based on building area) with a land area of parking requirements (methods based on the difference between the arrival and departure of vehicles). After knowing the land area of parking, the number of vehicles can be determined by dividing the land area parking requirements (methods based on building area) with a SRP of each type of vehicle.

**Table 5** Land Area Needs Parking Building Floor Area Based Methods

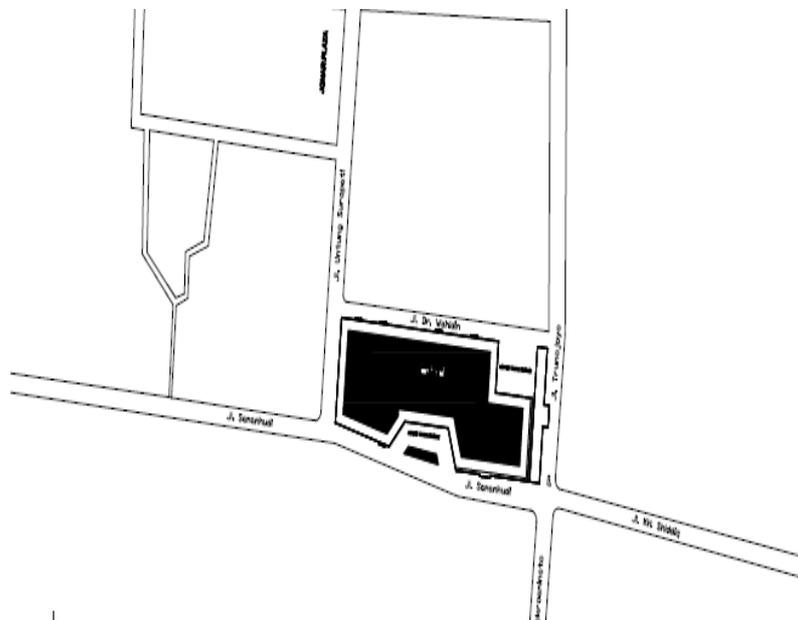
No.	Types Unit	Needs Vehicle Type vast parking lot with a method based on the difference between the arrival and departure of vehicles (m <sup>2</sup> )	Percentage SRP needs (method based on building area) (%)	Needs extensive parking area with a method based on building area (m <sup>2</sup> )	Number of Vehicles
1	Motorcycle	711	32	2,254	1,503
2	Passenger cars	632.5	28	2,005	174
3	Cargo car	885.5	40	2,807	244
<b>Total</b>		<b>2.229</b>		<b>7,066</b>	

The need for this type of vehicle parking plots motorcycle requires a land area of 2,265 m<sup>2</sup> park with 1,510 parking of vehicles number of vehicles, types of vehicles passenger cars need land area of 2,015 m<sup>2</sup> park with a number of vehicles parked 175.22, type of Cargo car requires a land area of 2,821 m<sup>2</sup> parking the number of vehicles parked vehicle 245.3, with a total area of 7,066 m<sup>2</sup>.

### Planning Area Parking

#### Siting parking

Ideally, the parking lot was built not too far from a place that will be addressed by user, 300-400 m of distance is considered close, when more than it will look for another alternative parking space (Warpani, 1993).



**Figure 1** Determination of PasarTanjung Parking Pasar Area

To determine the location of offstreet parking Tanjung Market is on the 3<sup>rd</sup> floor of the Cape and Garden Market building, which has been parked there, because after doing the survey, the location of the land area closest to PasarTanjung located on the 3<sup>rd</sup> floor with an area of The floor area of 11,400 m<sup>2</sup> and parking in two locations of existing park, with an area of location 1 and location 3,744 m<sup>2</sup> of land with an area of 729 m<sup>2</sup> available. To park on-site parking 3 performed the appropriate parking arrangements and parking location

extensions so that in the area of 1,638 m<sup>2</sup> can. Here is a picture of the location of PasarTanjung off street parking.

### ***Design off Street Parking***

#### **Parking Building (3<sup>rd</sup> Floor PasarTanjung)**

3<sup>rd</sup> floor location with extensive parking 11,400 m<sup>2</sup>.can accommodate 344 motorcycles, 174 passenger cars, 244 cargo cars great angle 90° for all types of vehicles, and the width of the alley to the type of motorcycle 1.6 m, and the type of vehicle car passenger and freight transport car 6.5 m with the availability of pedestrian facilities. To facilitate the classification made table needs parking area located on the 3<sup>rd</sup> floor of the building following the Cape market.

**Table 6** Requirements Location Parking (parking Building)

No	Type of Vehicle	Number Vehicle	SRP (m <sup>2</sup> )	Width Gang	Angle	Remarks
1	Motorcycles	344	1.5	1.6	90°	Supplied pedestrian facilities
2	Passenger Car	174	11.5	6,5	90°	Supplied pedestrian facilities
3	Cargo car	244	11.5	6.5	90°	Supplied pedestrian facilities

With total land area of 11,400 m<sup>2</sup>

#### **Garden Parking**

For the offstreet parking location in the form of using the parking garden at the existing sites, namely:

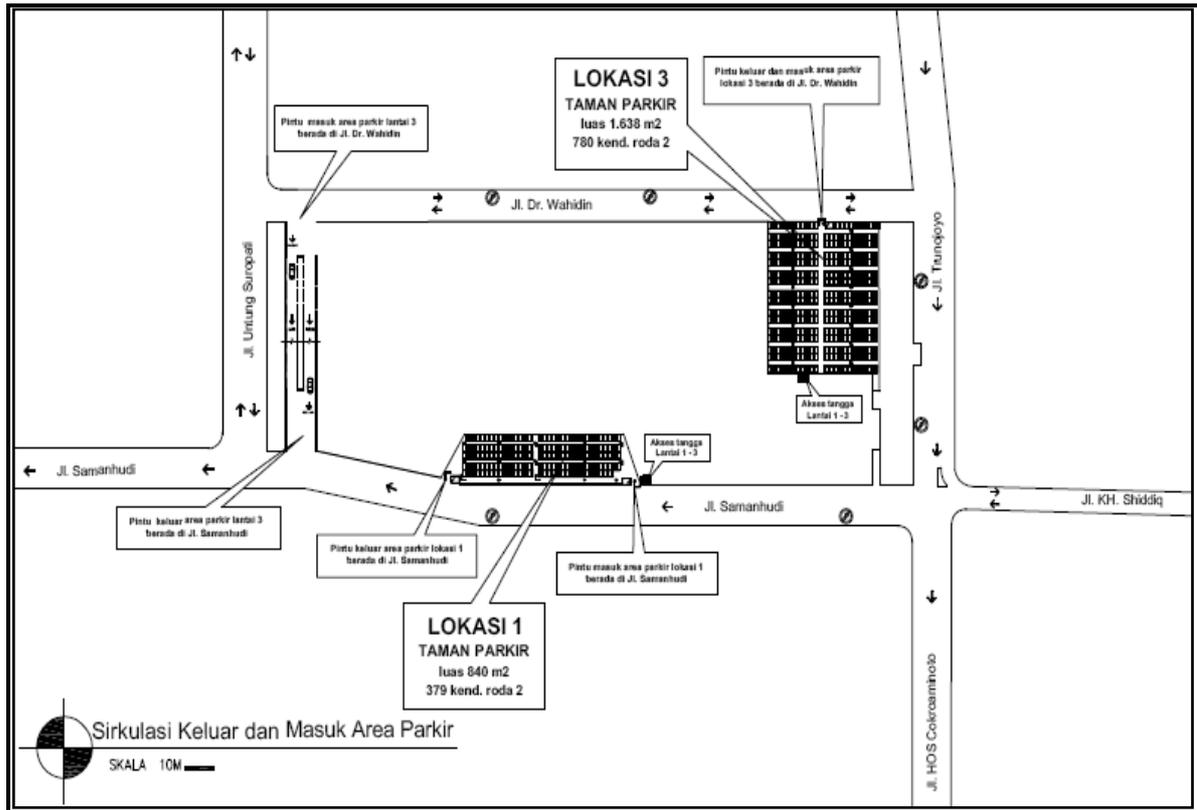
1. Location 1: separate entrance and exit as many as 379 motorcycles, with 840 m<sup>2</sup> of parking area.
2. Location 3: entrance and exit into a motorcycle as much as 780, with 1,638 m<sup>2</sup> of parking area.

Respectively - each using a 90° angle parking and aisle width of 1.6 m to provide pedestrian facilities. For simplicity can be seen in the following Table 7.

**Table 7** The need for parking locations (garden parking)

No	Location	Number of vehicles	SRP (m <sup>2</sup> )	Width gang (m <sup>2</sup> )	Angle	Remarks
1	Location 1	379	1.5	1.6	90°	Supplied pedestrian facilities
2	Location 3	780	1.5	1.6	90°	Supplied pedestrian facilities

Circulation of vehicles in and out is shown in Figure 2.



**Figure 2** Circulation Exit and Log Area Parking

Setting circulation out of the vehicle is to look at the road network, land area and the number of vehicles being stored after analysis calculations. Some settlement circulation in and out of parked vehicles in service to provide convenience for loading and unloading activities and access, for vehicle and motorcycle which will be parked on the 3<sup>rd</sup> floor area of Pasar Tanjungon Jl. Trunojoyo or when passing through the Jl. Untung Suropati can pass through Jl. Dr. Wahidin, If the vehicle and motorcycle from the direction of the road to pass through Jl. Samanhudi and Jl. Untung Suropati then toward the entrance of the parking area is located on the 3<sup>rd</sup> floor of the Jl. Dr. Wahidin, access to exit the parking area is located on the 3<sup>rd</sup> floor Jl. Samanhudi. For motorcycle when passing through Jl. Trunojoyo can choose the location of the park parking has been provided, namely in the Jl. Samanhudi location 1 and location 3 on the Jl. Dr. Wahidin, if the motorcycles from the direction Jl. Untung Suropati can park in the parking area of the park road past the location 3 with Jl. Dr. Wahidin. To facilitate viewing of circulation can be seen in Figure 2.

Circulation Parking 3<sup>rd</sup> Floor

To facilitate viewing the pattern of circulation following vehicle is parked circulation picture for the parking area on the 3<sup>rd</sup> floor.

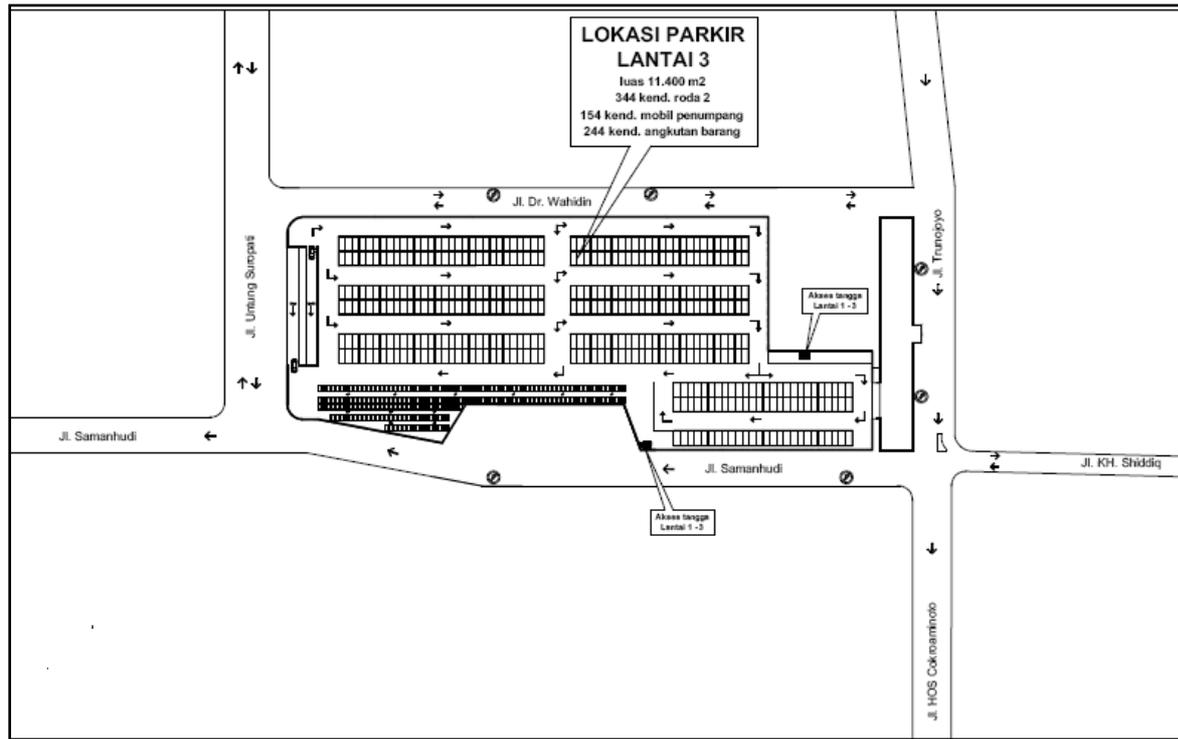


Figure 33<sup>rd</sup> Floor Circulations

Setting the parking circulation on the 3<sup>rd</sup> floor using one-way street with wide aisles for vehicle type motorcycle of 1.6 m, for the type of vehicles and passenger cars of Cargo cars by 6.5 m with angle parking for each vehicle type by 90°. To facilitate viewing the 3<sup>rd</sup> floor circulation can be seen in Figure 3.

### Planning Results

From the above analysis calculations can be seen in Figure 4. In Figure 4 it can be seen that the parking area has been planned is on the 3<sup>rd</sup> floor of PasarTanjung for parking motorcycles, passenger cars and car goods transportation, special parking for motorcycles is in location 1 (park parking) Jl. Samanhudi, and Location 3 (park parking) Jl. Dr. Wahidin. After the planned area of offstreet parking then not allowed to park On Street Parking.

## CONCLUSION

From the calculation and analysis in the previous discussion it was concluded among other things that the parking area of land required to meet the lack of parking facilities in the PasarTanjung based on the maximum amount of parking is 7,066.7 m<sup>2</sup>, for the type of area of 2,254 m<sup>2</sup> motorcycle with a number of 1,503 vehicles, passenger cars area of 2,005 m<sup>2</sup> with 174 number of vehicles, car goods transportation measuring 2,807 m<sup>2</sup> with 244 number of vehicles.

Determination of the location off street parking PasarTanjung located on the 3<sup>rd</sup> floor of the building area of 11,400 m<sup>2</sup>, the number of 344 vehicles for the types of motorcycles, 174 vehicles for passenger cars, 244 car type vehicle for the transport of goods and the determination The next location is at existing garden parking location 1,379 the number of

vehicles parked on a land area of 840 m<sup>2</sup>, in 3 locations with as many as 780 vehicle parking land area of 1,638 m<sup>2</sup>. This area is getting from the addition of the alley.

Circulation entry for vehicles and motorcycle on the 3<sup>rd</sup> floor of the parking area are Pasar Tanjung Jl. Dr. Wahidin and circulation are on the out Jl. Samanhudi. For circulation in and out of the park in the parking area (site 1) are on the Jl. Samanhudi and circulation in and out (3 locations) are on the Jl. Dr. Wahidin.

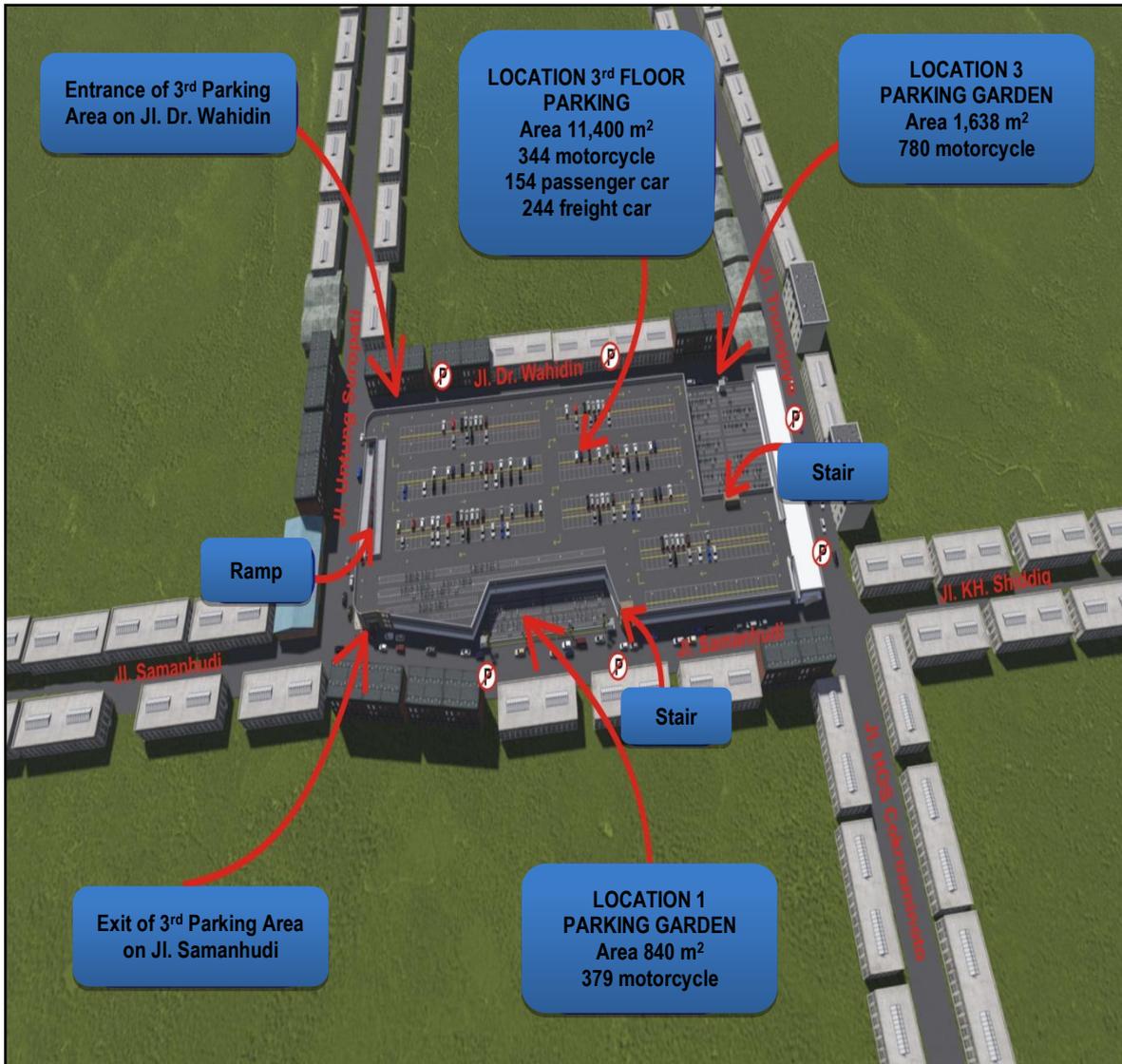


Figure 4 Results of Planning

## REFERENCES

- Anonim, 1993. *Peraturan pemerintah No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan*. Jakarta: Peraturan pemerintah.
- Anonim, 1996. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta: Direktorat Perhubungan Darat.

- Anonim, 1998. *Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Fasilitas Parkir*. Jakarta: Direktorat Perhubungan Darat.
- Abubakar, dkk. 1999. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Direktorat Perhubungan Darat.
- Hoobs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Edisi Kedua Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Warpani S. 2002. *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Cahyadi, S. 2014. Peningkatan Kinerja Jalan Syamandudi Kabupaten Jember Melalui Optimalisasi Manajemen Parkir dan Kapasitas Jalan. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik – Universitas Jember.
- Kasuma, I. 2011. Analisis Kelayakan Rencana Pembangunan Gedung Parkir Bertingkat Di Pasar Lokitasari. *Tesis*. Denpasar: Universitas Udayana Bali.

## EVALUATION OF ROAD MEDIAN CONSTRUCTION ON JALAN HAYAM WURUK KM JBR 3+825 - KM JBR 5+930 JEMBER

**Setio Ramadan**  
Undergraduate in Civil Eng.  
Civil Engineering Departement  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[tioramadan19@yahoo.co.id](mailto:tioramadan19@yahoo.co.id)

**NunungNuringHayati**  
Lecturer in Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[nunung.nuring@yahoo.co.id](mailto:nunung.nuring@yahoo.co.id)

**Sonya Sulistyono**  
Lecturer in Department of  
Civil Engineering  
Faculty of Engineering  
University of Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistyono@yahoo.co.id)

### Abstract

In 2013, the construction of road median on JalanHayamWuruk Km Jbr 3+825 – Km Jbr 5+930 Jember caused traffic jam. It was shown by the number of degree saturation increased (DS=92) than without a road median (DS=0.66). This research evaluate the comparison between the sections with median and without mediant, parameter, degree of saturation, fuel cost and safety evaluation. The data collection was carried out directly in rapidity survey, and volume vehicles. The analysing of fuel comparison resulted damage 26.12 %, the same as Rp.206.4,00/knd/km, or raised 2.23 Billion per year. It based on the results of evaluation road median SNI 03-2444-2002, the degree of safety in dimension and installation of road median on km Jbr 3+825 – km Jbr 5+930 was not standarized.

**Keywords:** road median, degree of saturation, and fuel cost.

### Abstrak

Pada tahun 2013, pembangunan median jalan pada Jalan Hayam Wuruk Km Jbr 3+825 – Km Jbr 5+930 Kabupaten Jember menimbulkan kemacetan. Hal ini ditunjukkan dengan angka derajat kejenuhan meningkat (DS=0,92) dibanding dengan tanpa adanya median jalan (DS=0.66). Penelitian ini mengevaluasi perbandingan antara ruas jalan menggunakan median dengan ruas jalan tanpa median, dengan parameter derajat kejenuhan, biaya bahan bakar, dan evaluasi median terhadap keselamatan. Pengambilan data dilakukan secara langsung dengan metode survai untuk kecepatan, dan volume kendaraan. Analisa perbandingan biaya bahan bakar menghasilkan kerugian sebesar 26.12 %, setara dengan angka Rp.206.4,00/knd/km, atau mencapai 2.23 Milyar per tahun. Sedangkan berdasarkan hasil evaluasi median jalan menggunakan SNI 03-2444-2002, tingkat keselamatan dari segi dimensi dan pemasangan median jalan pada km Jbr 3+825 – km Jbr 5+930 tidak sesuai standart.

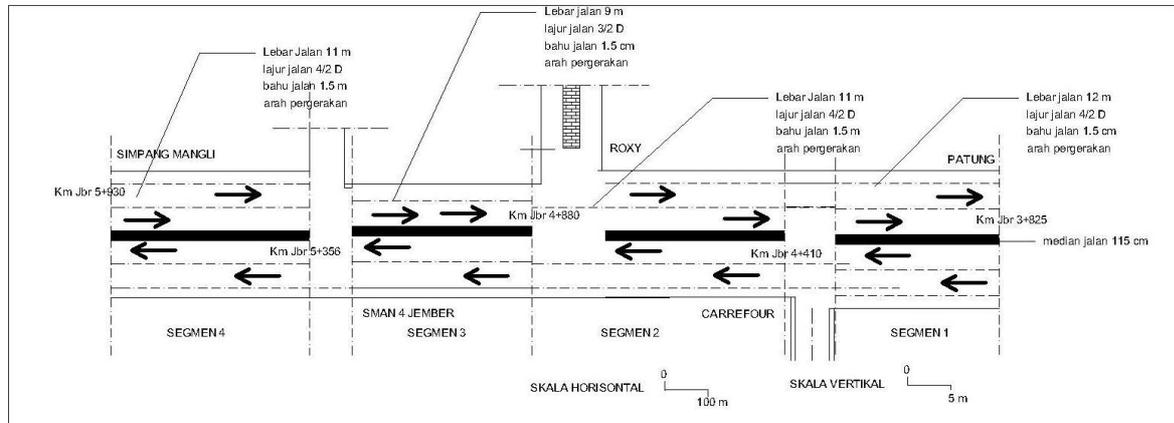
**Kata Kunci:** median jalan, derajat kejenuhan, dan biaya bahan bakar

## INTRODUCTION

JalanHayamwuruk is an arterial collector road. It located on 3+825 kilometres - 5+930 kilometres in district of Kaliwates, Jember. In 2013, the road median was not constructed in average, hence it made traffic jam. The traffic jam point was caused by the inballance road median construction in the type of three-lanes, two lines, and two-ways. Whereas, there was no traffic jam in other because consisting of four-lanes, two-lines, and two-ways. This construction was quite affects the safety level. Based on the data of Satlantas (Unit of Traffic Accident) Jember, there were seven of nine accidents caused by the construction of road. Hence, it was analysed the damages occurred because of by the construction of road median. This was carried out to analyse the comparison of both median and with no it in terms of the degree of saturation, fuel costs and the level of safety of the road median.

## RESEARCH METHODOLOGY

### Inventory of Hayam Wuruk Street Layout of Jalan Hayam Wuruk per segmen



**Figure 1** Layout of Jalan Hayam Wuruk

Segmen1, located at Km Jbr 3+825 – Km Jbr 4+310, with a length of 485 meters segmen. Having a road with of 12 meters, 1.5 meters and the road shoulder average volume of 2757 pcu/hour. Segment 2, located at Km Jbr 4+310 – Km Jbr 4+880 Jember, the length 570 meters. Consists dense of street 11 meters, the width of street 1.5 meters with average of volume 2350pcu/hour. Segmen 3 located at Km Jbr 4+880 – Km Jbr 5+356, length 476 meters. Width 9 meters, and shoulder 1.5 meters. The daily traffic in average 2251 pcu/hour, the type of section 3/2 D. The last is segmen 4. Located on Km Jbr 5+356 – Km Jbr 5+930. Consists the width 11 meters, shoulder 1.5 meters, section type 4/2D. Daily traffic 2251 pcu/jam.

### Research Phases

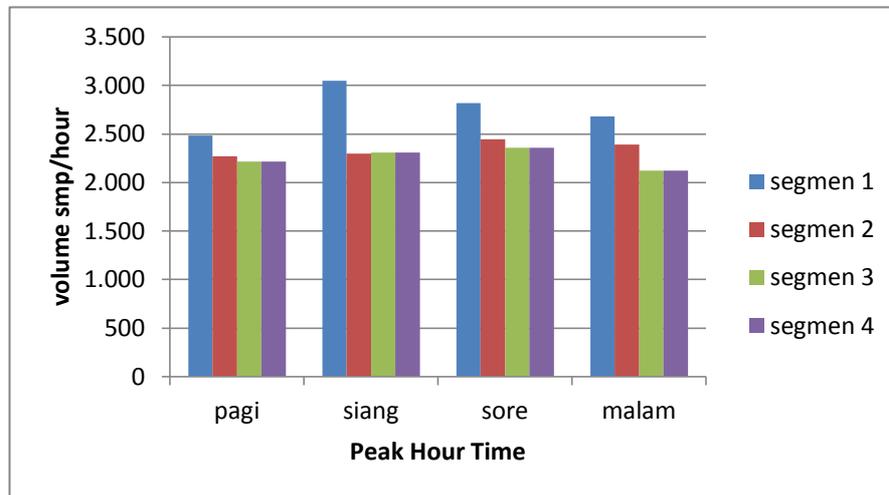
Stages of research can be described as follows:

1. Collected primary and secondary data. The first was about street inventory and the vehicle rapidity as the main parameter of the determining operating cost. The secondary data was obtained from volume data traffic (Transportation Laboratory Jember University, 2013) and data of traffic accident 2013 (Satlantas Jember, 2013).
2. The process of determining degree of saturation, if the segmen section of Jalan Hayam Wuruk consisted of  $\geq 0.8$ , then the calculation will implemented without median. Next, this continued on the determining of median aperture and the checking of dimension concerning street safety.
3. Understanding all the dimension evaluation and degree of saturation  $\geq 0.8$ , then counted the operating cost in the segment. It was counted to set both median and with no it to compare the distinct among it.
4. The conclusion could be drawn from all of the results and percentage of research.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Traffic Volume

The top volume percentage of vehicle of peak hour in the morning occurred on 06.15 a.m. 12.45 on the afternoon and 04.15 p.m on the afternoon, and the 07.15 p.m. in the night. The percentage of vehicle volume per segmen per peak hour.

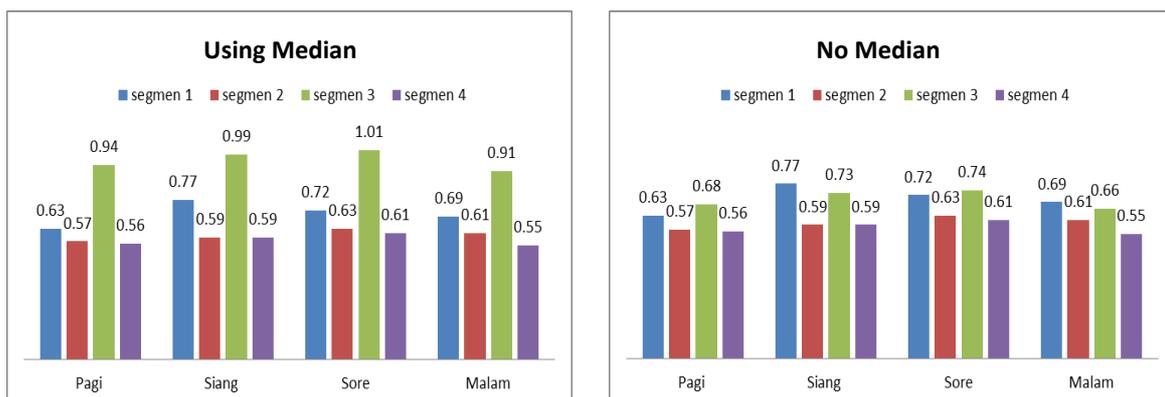


**Figure 2** Traffic Volumes in the Peak Hour

The percentage of volume in each hour to the situation of peak hour are different, no dominating percentage in each time always in the top percentage.

### Degree of Saturation

The determining of street-section work seen from the number of degree of saturation factor. It is the primary parameter in determining circumstance of a street by ideal determinate  $DS \leq 1$ . This is explained in the figure 3. By average DS less than 0,8 and the variable width, third segmen has number of degree of saturation higher.



**Figure 3** The Comparison of Degree of Saturation Both Road Median and With No It

The existing circumstance figures that the problem found on the percentage of degree of saturation in segmen 3 is closing to 1. This is not effective because giving dilapidated service degree to the work of street, the score is E. Hence, to increase the service degree then the evaluation of implementing calculation in segmen 3, with no road median. Afterwards, the number of saturation of this is decreasing, the score is  $< 0,8$  with degree is

C. Therefore, the median construction in segmen 3 causes the degree of saturation increasing.

**Fuel Cost**

According to Pd T-15-2005-B, operating cost is totally required to operate vehicle in a traffic and street to a vehicle per kilometer distance. The fuel oil need is able to count by speed parameter outcome by the result of count MKJI (Manual KapasitasJalan Indonesia). The survey shown by the motorbike and minor vehicle. The rapidity data use the direct survey on the each where the vehicle in the top volume of traffic jam hour. It was located in segmen 3, which consists degree of saturation than other. The results of vehicle cost with median use equality 6 on the role of Pd T-15-2005-B, as follow:

$$KBBM_i = (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA)/1000 \dots \dots (1)$$

With:

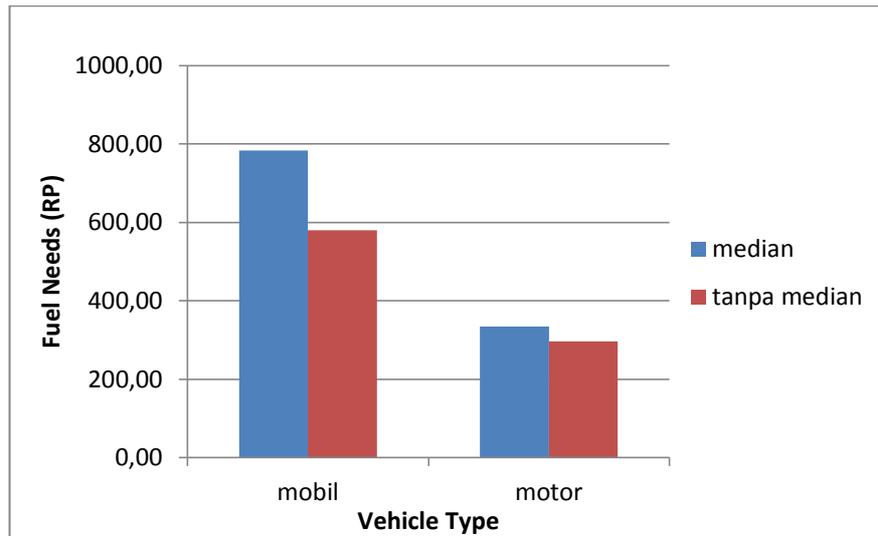
- A = Constanta (Table 5, Pd T-15-2005-B)
- $\beta_1 \dots \beta_{12}$  = Coefisien Parameter (Table 5, Pd T-15-2005-B)
- $V_R$  = Velocity rate
- $R_R$  = Average of climb
- $F_R$  = Average of derivative
- $DT_R$  = Degree of twist rate
- $A_R$  = Acceleration rate
- SA = Standard deviation of acceleration

In those equalities, the cost result can be concluded, the results of street-section calculation both of median and with no it.

**Tabel 1** The Cost of Jalan Hayam Wuruk Fuel Requirement

No	Time	Median		No Median	
		LV (Rp/Km)	MC (Rp/Km)	LV (Rp/Km)	MC (Rp/Km)
1	Morning	767.8210	358.0320	602.2850	293.8784548
2	Noon	848.1721	315.6997	553.2880	294.8061576
3	Afternoon	780.2275	336.6306	592.8104	300.8737031
4	Night	743.8907	326.8495	571.2358	295.5615892

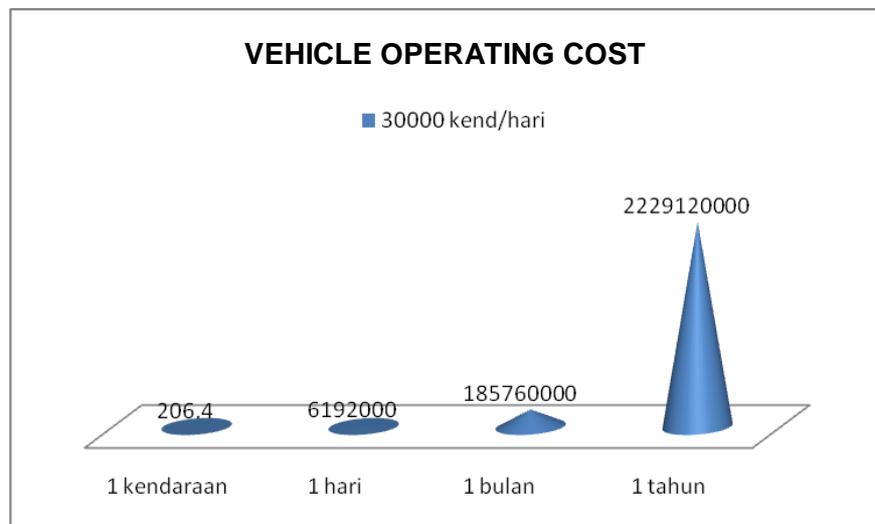
The cost of fuel known by the percentage comparison between operating cost set both median and without it is 26.12 %:



**Figure 4** The Comparison of Cost Fuel Requirement

From figure 4 can be concluded that by median street in segmen 3 cause more expenditure come. It is 206.00 ruphias. This become unvaluable if viewed in one point of view of one vehicle. However, if we discern base on the existing circumstance, it will show the average number of vehicles are 30,000 in a day. This explains that the disadvantages of it are found periodically.

These are financial disadvantages

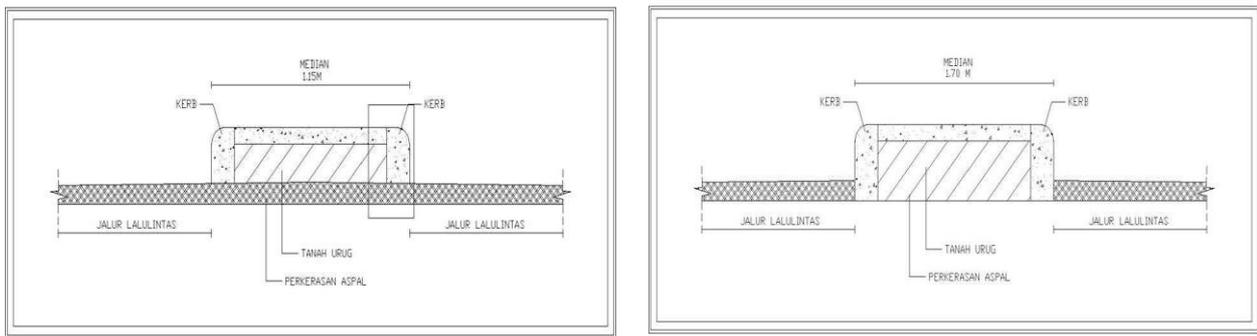


**Figure 5** Financial Periodic Disadvantages

In figure 5, the disadvantage on segmen 3 is 206.4 ruphias,- per vehicle/kilometer. This has more than 30,000 vehicles accros it everyday. Therefore this can reach 185,760,000.00- rupiah in a month and 2,229,120,000.00- rupiah in a year.

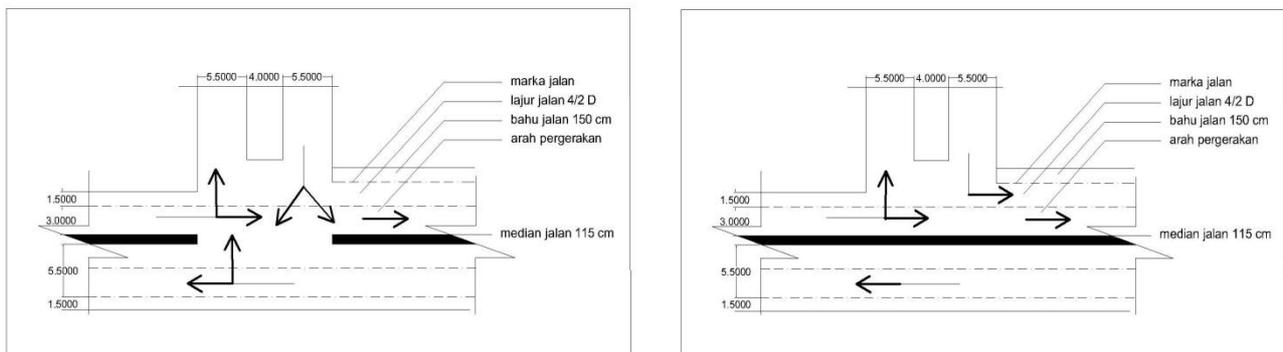
**Median Road**

The existing circumstance on the median of Jalan Hayam Wuruk is not appropriate to rule of SNI 03-2444-2002. The visual monitoring explains that the unexpediency of median installation is found. See Figure 6



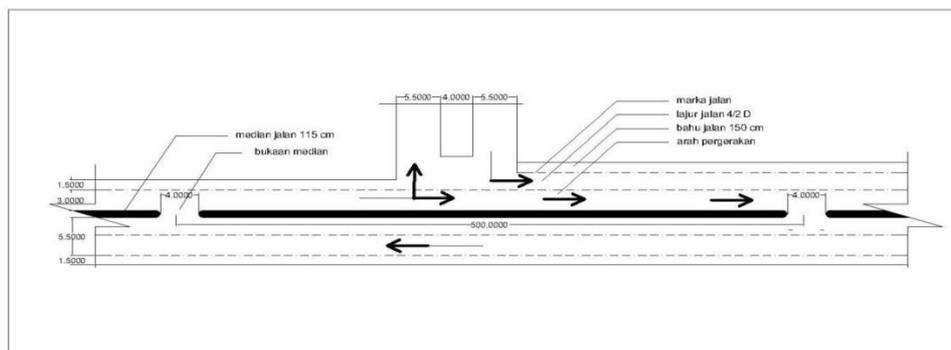
**Figure 6** Existing Circumstance (left), Circumstance of Median Planning (right)

In figure 6, the existing circumstance of median installation only set on the surface of asphalt covering of the street, which the median should be stuck in 30 cm deep. This is quite risk of damage and endangering the safety of driver and rider. Several portions of road median have been eroded which is caused by the unadhesive and inappropriate installation of median. This causes the irregular piece on the street. As the damage, there were seven accidents occurred in 2013. The safety degree of road median is considered by dimension, aperture, and the width of street. To solve the problem in economical side, the implementing of aperture is carried out to minimize the damage on segment 3. The next is covering median by minimizing the movement of direction. The figure of planning and existing movement as follow:



**Figure 7** Existing Circumstance (left); Circumstance of Median Planning (Right)

In with the planning, then the aperture based on Pd T 2004-B is required. The design of aperture as follow:



**Figure 8** Perencanaan Bukaan Median

The length among the aperture is adapted by SNI with length is 500 meter. By width of arterial aperture urban is 4.00. Hence, to understand the compatibility of this, then it is calculated the work aperture by using USIG. With results as follow in table 2:

**Table 2** the Works of Aperture in the Workday

No	Time	Capacity (C)	Volume Arus (Q)	Degree of saturation (DS)	Probability of queue (m)
1	Morning	2877	3854	1.34	75 – 155
2	Noon	2889	3387	1.17	56 - 113
3	Afternoon	3001	2577	0.86	30 – 59
4	Night	2891	3697	1.28	67 – 139

In the calculation of aperture work, the average of a queue is about 50 – 110 meters. This explains that the number of queue is still compatible with SNI Pd T-17-2004-B. However, from the results of DS obtained, this cannot be realized because not compatible with MKJI 1997. Therefore, to determine the compatibility road median construction, the dimension of median need to be checked based on SNI Pd T-17-2004-B dan SNI 03-2444-2002. These are compatibility parameter of road median which is considered to the safety point of view.

**Table 3** Median Evaluation Between Existing and Ideal

No	Parameter	Standart	Standard Percentage(m)	Field Mark	Compatibility
1	Median width	Pd T-17-2004 B	2.0	1.20	Rejected
2	Median width	SNI 03-2444-2002	1.6	1.20	Rejected
3	Distance between opening	Pd T-17-2004 B	500	500	Accepted
4	Opening Width	Pd T-17-2004 B	4.00	4.00	Accepted
5	Shoulder	Pd T-17-2004 B	0.5	1.5	Accepted
6	Side Lane	Pd T-17-2004 B	0.25	NA	Rejected
7.	Road Type	Pd T-17-2004 B	4/2 D	3/2 D	Rejected
8.	Road Width	Pd T-17-2004 B	7.00	5.50	Rejected

By comparing between field mark and ideal, then the result of this median indeed should be constructed. The incompatible width of median and road type found, it causes median aperture cannot be detailed.

## CONCLUSION

The percentage of saturation degree of Jalanhayam Wuruk on segmen 3 using median is 0.92. Whereas, the percentage of degree of saturation in the previous without median was 0.66. The results of cost analyzing is increased 26.12 %. In setting minor vehicles median reach 785.02, ruphias-/km, motorbike 334.30 ruphias,-/km compared by with no median is 579.62 ruphias,-/km for minor vehicles, and 296.21 ruphias,-/km for motorbike. After, the evaluation of median have been carried out, then this is stated unsecure. The safety degree on this median is not appropriate to the rule of median planning in the dimension sector or median installation. Therefore, the median of this street causes damage to the rider and

driver of Jalan Hayam Wuruk in the sector of time-distance, the operating cost and degree of safety.

## **REFERENCES**

- MKJI (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Mulyono, A.T., Berlian, K., Gunawan, H.E., 2009, Penyusunan Model Audit Defisiensi Keselamatan Infrastruktur Jalan untuk Mengurangi Potensi Terjadinya Kecelakaan Berkendaraan, Laporan Hibah Kompetitif Penelitian sesuai Prioritas Nasi.
- SNI (2006), *Pedoman Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan*, Balitbang PU Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-2444-2002 (2002), *Spesifikasi Bukaan Pemisah Jalur*, Direktorat Pekerjaan Umum, Jakarta.

## **DESAIN PELAT BETON BERPORI DENGAN POLIKARBONAT**

**Dwi Nurtanto<sup>1</sup>, Akhmad Hasanuddin<sup>2</sup>**  
Universitas Jember

### **Abstrak**

Beton berpori yang menjadi salah satu solusi dalam konstruksi perkerasan dan merupakan produk yang dapat dikatakan berhasil dalam memenuhi harapan sebagai konstruksi yang ramah lingkungan. Polycarbonate adalah grup polimer termoplastik, dibentuk dengan menggunakan panas. Jenis plastik digunakan secara luas dalam industri kimia saat ini. Plastik memiliki banyak keuntungan, yaitu tahan panas dibandingkan dengan jenis lain dari plastik, tahan terhadap benturan, dan sangat jelas. Penelitian "Desain berpori Slab Beton dengan Polycarbonate" sebagai solusi dalam pembangunan trotoar permeabel atau tahan terhadap reservoir dan merupakan produk yang dapat diharapkan sebagai konstruksi yang ramah lingkungan. Contoh perkerasan permeabel yang ada jalan-jalan di daerah perumahan, trotoar, tempat parkir, dan area taman. Dalam penelitian ini akan dibuat lempengan dengan ketebalan 5 cm, lebar 40 cm panjang 40 cm beton berpori yang digunakan dalam pembuatan lembaran polikarbonat pori-pori dan berpori beton diharapkan memiliki kuat tekan dan lentur cukup tinggi dan ramah lingkungan. Sebagai hasil dari penelitian ini diharapkan lempengan berpori digunakan untuk perkerasan jalan, parkir, perumahan atau pedesaan beban kendaraan jalan tidak intensitas berat.

Hasil penelitian dengan polikarbonat berpori beton dapat diringkas sebagai berikut: Pelat ideal untuk pelat berpori adalah piring polikarbonat dengan jarak 8 cm, yang mirip dengan lentur kuat tanpa polikarbonat slab dan permeabilitas juga baik.  
Kata kunci: slab, beton berpori, polikarbonat, jalan permeabel,

### **Abstract**

Porous concrete which became one of the solutions in pavement construction and is a product that can be said to be successful in meeting the expectations as environmentally friendly construction. Polycarbonate is a thermoplastic polymer group, is formed by applying heat. This type of plastic is used widely in the chemical industry today. Plastic has many advantages, namely thermal resistance compared with other types of plastic, resistant to impact, and very clear. Research "Design of Porous Slab Concrete with Polycarbonate" as a solution in the construction of permeable pavement or impervious to the reservoir and is a product that can be expected as environmentally friendly construction. Examples of permeable pavement is existing streets in residential areas, sidewalks, parking lots, and park area.

In this study will be made slab with thickness of 5 cm, width 40 cm length 40 cm of porous concrete which is used in making sheets of polycarbonate pores and porous concrete slab is expected to have a compressive strength and flexural high enough and friendly environment. As an outcome of this study is expected porous slab is used for road pavement, parking lot, residential or rural road vehicle load is not heavy intensity. The results of the study with a polycarbonate porous concrete slab can be summarized as follows: Plates are ideal for porous plate is polycarbonate plate with a distance of 8 cm, which is similar to the strong bending without polycarbonate slab and permeability is also

good.

Keywords: slab, porous concrete, polycarbonate, the permeable road,

## PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya pembangunan-pembangunan di Indonesia berkurangnya lahan-lahan hijau. Ditambah dengan kurangnya kesadaran masyarakat akan lingkungan merupakan suatu masalah yang harus diperhatikan. Salah satu masalah lingkungan yang harus diprioritaskan di Indonesia sendiri adalah dalam pengolahan air, khususnya pengolahan saluran-saluran air. Dimana dampak dari pentingnya penghijauan dan pengolahan air yang buruk adalah bencana

banjir yang sangat sering terjadi pada saat musim penghujan datang.

Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam bidang konstruksi untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan mengaplikasikan cara-cara pembangunan yang ramah lingkungan. Sehingga dilakukannya penelitian-penelitian serta uji coba untuk mencari metode yang baik dengan produk konstruksi yang ramah lingkungan dilakukan. Salah satu hasil dari penelitian yang dilakukan untuk merealisasikan konstruksi ramah lingkungan adalah dengan menggunakan beton berpori.

Beton berpori yang menjadi salah satu solusi dalam konstruksi perkerasan dan merupakan produk yang dapat dikatakan berhasil dalam memenuhi harapan sebagai konstruksi yang ramah lingkungan. Beton berpori memiliki keunikan bila dibandingkan dengan beton normal yang ada, beton ini memiliki pori-pori yang dapat dilalui oleh air. Aplikasi beton berpori biasanya lebih sering dilakukan sebagai perkerasan jalan, terutama pada jalan-jalan yang ada pada area perumahan, trotoar, area parkir terbuka, dan juga area taman.

*Polikarbonat* adalah suatu kelompok *polimer termoplastik*, mudah dibentuk dengan menggunakan panas. Plastik ini memiliki banyak keunggulan, yaitu ketahanan termal dibandingkan dengan plastik jenis lain, tahan terhadap benturan, dan sangat bening. *Policarbonat* banyak dijual berupa lembaran, dan ada jenis dua lapisan dimana diantara lapisan berupa lubang dengan tujuan sebagai tempat aliran udara sehingga dapat mengurangi hawa panas akibat pemakaian *policarbonat*. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Gambar 1. Lembaran Policarbonat

Dalam penelitian ini akan dicoba pembuatan pelat dengan ukuran tebal 5 cm, lebar 40 cm panjang 40 cm dari beton berpori dimana dalam membuat pori dipakai lembaran dari *policarbonat*, dan diharapkan pelat beton berpori ini mempunyai kuat tekan dan lentur yang cukup tinggi dan ramah lingkungan. Sebagai output luaran diharapkan pelat berpori ini dipakai untuk jala trotoar, tempat parkir kendaraan, jalan perumahan atau pedesaan yang intensitas beban kendaraan tidak berat.

## STUDI PUSTAKA

### Beton Berpori

Bata berpori (ringan) atau beton ringan AAC ( Autoclaved Aerated Concrete ) ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Bata ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman pada tahun 1943. Hasilnya bata berpori (ringan) atau beton ringan



aerasi ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan, karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Sifatnya kuat, tahan lama, mudah dibentuk, efisien, dan berdaya guna tinggi. Di Indonesia sendiri bata berpori ( beton ringan ) mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Kerawang Timur, Jawa Barat. ( Ngabdurrochman, 2009 ).

### **Polikarbonat**

Polikarbonat adalah suatu kelompok polimer termoplastik, mudah dibentuk dengan menggunakan panas. Plastik jenis ini digunakan secara luas dalam industri kimia saat ini. Plastik ini memiliki banyak keunggulan, yaitu ketahanan termal dibandingkan dengan plastik jenis lain, tahan terhadap benturan, dan sangat bening. Polikarbonat disebut demikian karena plastik ini terdiri dari polimer dengan gugus karbonat (-O-(C=O)-O-) dalam rantai molekuler yang panjang. Tipe polikarbonat yang paling umum adalah bisfenol A (BPA). Polikarbonat adalah material yang tahan lama dan dapat dilaminasi menjadi kaca anti peluru. Meski memiliki ketahanan yang tinggi terhadap benturan, namun polikarbonat cukup mudah tergores sehingga dibutuhkan pelapisan keras (hard coating) untuk membuat lensa kaca mata dan eksterior otomotif menggunakan polikarbonat dan material optis lainnya karena polikarbonat sangat bening dan memiliki kemampuan mentransmisikan cahaya yang sangat baik dibandingkan dengan jenis kaca lainnya. Sifat polikarbonat mirip dengan polimetil metakrilat (akrilik), namun polikarbonat lebih kuat dan dapat digunakan pada suhu tinggi, meski lebih mahal. Polikarbonat akan mengalami transisi gelas pada temperatur 150 °C sehingga polikarbonat akan menjadi lembek secara bertahap di atas temperatur ini, dan mulai mencair pada temperatur 300 °C.

Polikarbonat menjadi material pembentuk alat-alat rumah tangga yang umum, sama halnya seperti di industri dan laboratorium, terutama dalam aplikasi yang berhubungan dengan kemampuan material ini, yaitu ketahanan terhadap benturan keras, ketahanan terhadap temperatur, dan sifat optisnya.

Aplikasi berupa lembaran diantaranya:

1. Papan iklan
2. Bangunan: atap, pelapis dinding, dan sebagainya
3. Industri: badan mesin, panel instrumen, pelindung, dan sebagainya

Aplikasi hasil injeksi diantaranya:

1. Compact disk
4. Botol minum, gelas minum
5. Peralatan laboratorium
6. Lensa penerangan, lensa kaca mata, lensa pengaman, lensa lampu otomotif, dan sebagainya

Untuk aplikasi yang mengakibatkan tereksposnya material oleh sinar UV atau cuaca, perlakuan khusus terhadap permukaan diperlukan, misalnya pelapisan (untuk mencegah abrasi), koekstrusi atau yang lainnya. Beberapa jenis polikarbonat digunakan dalam aplikasi medis karena polikarbonat aman dipanaskan pada temperatur 120 °C di mana temperatur tersebut berguna untuk mensterilkan peralatan medis.

### Penelitian Terdahulu

Suarni Nasution (2009) melakukan penelitian beton berpori dengan campuran dari semen, fly ash, kapur dan katalis aluminium untuk pembuatan rongga udara. Ada dua variasi yang dipakai dalam penelitian ini yaitu yang pertama variasi jumlah fly ash dan pasir dan yang kedua cara pengeringan yaitu dengan *autoclave* dengan tekanan 1,5 bar pada suhu kamar dan dengan menggunakan pengeringan konvensional, diangin-angin di luar. Hasil penelitian untuk pengeringan dengan cara *autoclave* dengan tekanan 1,5 bar yang paling optimum adalah waktu pengerasan selama 40 menit dengan komposisi variasi 30% pasir 30% fly ash, mempunyai kuat tekan sebesar 4,33 MPa dan kuat patah 2,28 MPa. Untuk pengeringan dengan cara alami atau konvensional, hasil optimum pada umur 14 hari dengan komposisi variasi 50% pasir 10% fly ash dengan kuat tekan 2,07 MPa dan kuat patah 1 MPa.

Pratikto (2010) melakukan penelitian beton ringan dengan menggantikan agregat kasar dengan agregat ringan dimana agregat kasar dengan botol plastik yang belogo PET (*poly ethylene terephthalate*). Dari penelitian didapatkan rasio perbandingan campuran untuk per m<sup>3</sup> adalah sebagai berikut semen 263 kg, pasir 420, air 279 liter dan plastik PET sebanyak 559 kg dan pemakaian additive sebanyak 50 ml. Hasil penelitian didapatkan kuat tekan sebesar 17,49 MPa dan kuat tarik sebesar 1,15 MPa.

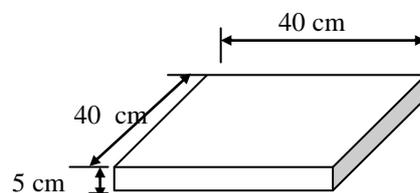
## PROGRAM EKSPERIMENTAL

### Material

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain adalah: Semen, Pasir, batu pecah dengan diameter maksimum 10 mm, polikarbonat, kayu, kawat bendrat, dan Air.

### Benda Uji

Benda uji yang digunakan adalah pelat beton (5x40x40 cm) dengan spesifikasi sebagai berikut :



**Gambar 2.** Model Benda Uji Plat Beton

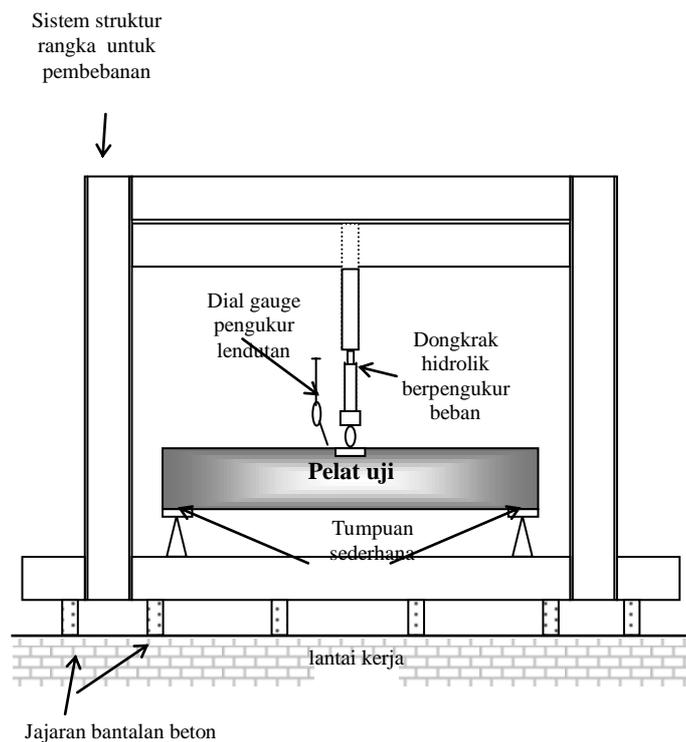
### Benda Uji Pelat

1. Ukuran Pelat = 40 cm x 40 cm dengan ketebalan 5 cm
7. Jarak antar polikarbonat 0 cm, 3 cm, 4 cm, 6 cm dan 8 cm

8. Masing-masing benda uji pelat dibuat sebanyak 4 buah
9. Jumlah total benda uji (4 x 5 ) = 20 benda uji

### Peubah yang Diamati

1. Pengaruh penempatan polycarbonat dalam pelat beton  
Sedangkan peubah yang diukur melalui pengujian ini adalah
1. Beban lentur maksimum dimana benda uji mengalami kehancuran  
Pola retakan akibat uji lentur



**Gambar 3.** Set up peralatan pengujian model benda uji beton

## HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

### Kuat Tekan

Untuk campuran beton (mix desain) beton pada desain pelat beton berpori menggunakan perbandingan volume. Perbandingan volume yang dipakai yang sering dipakai dalam masyarakat yaitu 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, dan factor air semen sebesar 0,5. Pengcoran dilakukan pada tanggal 8 -9 Nopember 2013.

Pengujian benda uji berupa permeabilitas, kuat tekan dan kuat lentur dilakukan setelah umur 28 hari. Perawatan benda uji diredam dalam air. Benda uji kuat desak dengan ukuran 15x15x15 cm

**Tabel 1.** Kuat Tekan Beton

Benda Uji	Luas (cm <sup>2</sup> )	Beban hancur (KN)	Kuat hancur (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Rata2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Deviasai (Kg/cm <sup>2</sup> )	Karakateristik (Kg/cm <sup>2</sup> )
A	225	415	187,48	178.802	6.955	168.39
B	225	385	173,93			
C	225	394	178,00			

### Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas untuk mengetahui kecepatan aliran air yang melalui pelat beton beton berpori, dimana volume air ditentukan sebesar 1,5 liter.



**Gambar 3.** Pengujian Permeabilitas

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Permeabilitas Pelat Beton Berpori

Jarak Lubang antar Polikarbonat (cm)	Volume (liter)	Waktu (detik)	Waktu Rata-rata (detik)	Debit (liter/detik)
3	1,5	13.46	13.775	0.1089
3		14.43		
3		13.54		
3		13.67		
4	1,5	17.50	16.937	0.0886
4		16.35		
4		16.47		
4		17.43		
6	1,5	18.79	19.047	0.0787
6		19.04		
6		19.43		
6		18.93		
8	1,5	23.56	24.100	0.0622
8		24.45		
8		24.16		
8		24,23		

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak lubang maka semakin besar pula debit air yang keluar dari pori beton.

**Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton berpori**

Benda uji pelat berpori karbonat berukuran 40 x 40 x 5 cm;. Pelat dibuat sebanyak masing masing 20 buah dengan spesifikasi 4 buah benda uji tanpa polikarbonat (sebagai pembanding), dan benda uji dengan polikarbonat berjarak 3 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm masing-masing berjumlah 4 buah. Pelat yang akan diuji diletakkan pada perletakan yang tersedia, dimana jarak antar tumpuan 35 cm. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan pembebanan yang diberikan secara bertahap sampai pada pembebanan maksimum, dan benda uji mengalami patah atau kegagalan struktur. Kalibrasi pembacaan pivoting ring adalah setiap 1 dif : 14,38844 kg. Hasil pengujian kuat lentur pelat berpori polokarbonat dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Kuat Lentur

Jarak Lubang antar Polikarbonat (cm)	Kuat Lentur (Dif)	Kuat Lentur Rata-Rata (Dif)	Kuat Lentur Rata-Rata (Kg)
0	33	33.75	485.610
0	31		
0	34		
0	37		
3	14	12.75	183.453
3	10		
3	15		
3	12		
4	17	18	258.992
4	19		
4	20		
4	16		
6	22	23.75	341.725
6	25		
6	23		
6	25		
8	28	29	417.265
8	30		
8	31		
8	27		

Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur pelat beton berpori, diketahui bahwa benda uji dengan penambahan jarak antar polikarbonat mempunyai kemampuan menahan beban lebih besar, yang paling besar adalah pelat beton tanpa pori. Ini berarti terjadi besar kecil kuat lentur akibat pengaruh dari jumlah lubang pada pelat beton berpori. Dengan demikian bahwa semakin banyak lubang pada pelat peton akan signifikan terhadap pengurangan kuat lentur akibat dari pelemahan pelat beton akibat lubang.

## **KESIMPULAN**

Dari penelitian pelat beton berpori dengan polikarbonat dapat disimpulkan sebagai berikut : Pelat yang paling ideal untuk pelat berpori adalah pelat dengan polikarbonat dengan jarak 8 cm, dimana kuat lenturnya hampir sama dengan pelat tanpa polikarbonat dan permeabilitasnya juga bagus,

## **DAFTAR PUSTAKA**

- ASTM C 348-97., 2002, Standart Test Method for Flexural Strength of Hydraulic Cement Mortar, ASTM. USA
- ASTM C 39/C 39M., 2005, Standart Tes Method for Compressive Strength and Modulus of Cylindrical Concrete Speciment, ASTM.USA
- Mulyono T, 2005, Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Pezzil, Concrete Products with Waste's Plastic Material ( Bottle, Glass ), University of Calabria, Arcavacata di Rende (CS), Italy ([http://www.scientific.net/requestpaper/4178.](http://www.scientific.net/requestpaper/4178))
- Praktikto, 2007, Kinerja Lentur Balok Kayu dengan Serat Polymer pada lapisan bawah, Laporan Penelitian UP2M, Politeknik Negeri Jakarta
- Suarni, Nasution, 2009, Efek Komposisi Aging terhadap sifat Mekanik dan Fisis pada Pembuatan Beton Berpori, Tesis, Universitas Sumatera Medan
- Survey Beton Indonesia, 2003, Campuran Beton dengan Plastik (<http://beton.com>)

## PENENTUAN JALUR TERBAIK MASUK KOTA SAMPAI KE KAMPUS UNEJ DENGAN METODE ALGORITMA DIJKSTRA

**AriefRachman E P**  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[souriepdipster@gmail.com](mailto:souriepdipster@gmail.com)

**Sri Sukmawati**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[srisukmawati67@gmail.com](mailto:srisukmawati67@gmail.com)

**Sonya Sulistyono**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[sonya.sulistiyono@yahoo.co.id](mailto:sonya.sulistiyono@yahoo.co.id)

### Abstract

The traveler is always looking for the fastest route to reach the destination point. Similarly, guests of the Jember University come from outside the city, especially from the direction of Surabaya and reverse direction. To find the quickest route to the University of Jember, it takes distance and time information throughout the road leading to the campus of University of Jember. Using Dijkstra's algorithm method, distance and time of data may be processed in order to determine the fastest route to the Campus University of Jember. The results of the survey and analysis shows that the main roads include Jl. HayamWuruk, Jl. Gajah Mada, Jl. Sultan Agung and Jl. PB Sudirman became the fastest route to get to the Campus of the University of Jember.

**Keywords:** *fastest route, Dijkstraalgorithm.*

### Abstrak

Pelakuperjalananselalumencarirutetercepatuntukmenncapaititiktujuannya. Begitujugadengantamu – tamuKampusUniversitasJember yang berasal dari luar kota Jember khususnya daerah Surabaya. UntukmencarirutetercepatmenujuKampusUniversitasJember, dibutuhkaninformasijarakdanwaktutempuhseluruhjalan yang menjukeKampusUnversitasJember. Dengan menggunakan metode Algoritma Dijkstra, data jarakdanwaktutempuhdapatdiproses agar dapatmengetahuirutetercepatmenujuKampusUniversitasJember. Hasil survaidan analisis menunjukkan rute jalan utama yang meliputi jalan Hayam Wuruk, Jalan Gajah Mada, jalan Sultan Agung, dan jalan PB Sudirman menjadi rute tercepat untuk menuju Kampus Universitas Jember.

**Kata Kunci:** *Rute tercepat, algoritma Dijkstra.*

## PENDAHULUAN

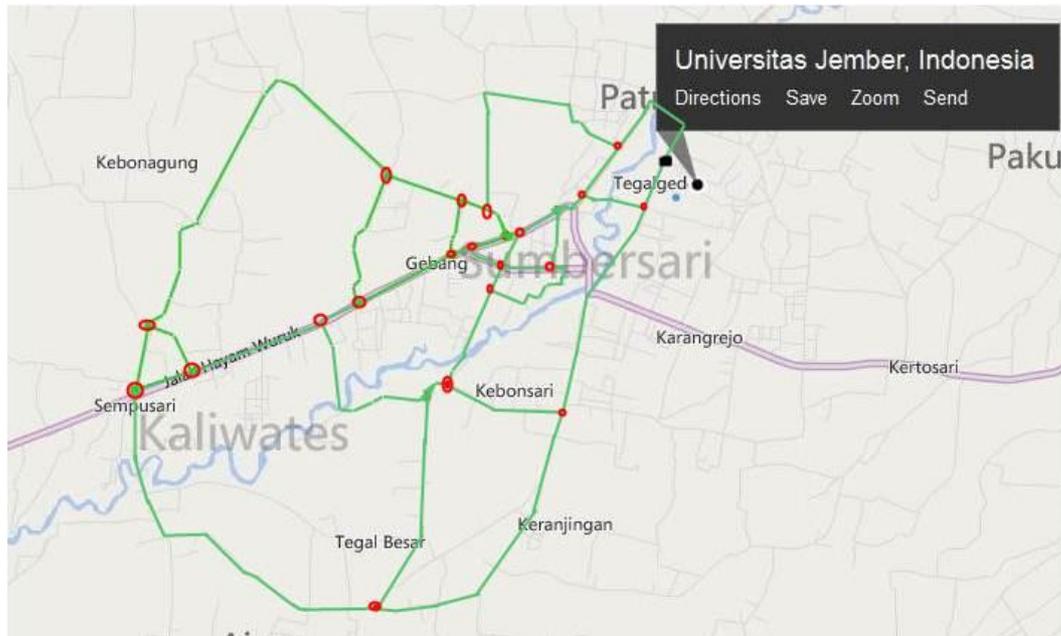
Kemacetan adalah kondisi dimana terjadinya penumpukan kendaraan di jalan. Penumpukan tersebut disebabkan karena banyaknya kendaraan tidak mampu diimbangi oleh sarana dan prasarana lalu lintas yang memadai. Akibat dari kemacetan tersebut, terdapat beberapa rute perjalanan menjadi tidak ideal dan tidak efektif. Pada kondisi ideal, jalur yang mempunyai jarak tempuh pendek juga akan mempunyai waktu tempuh yang singkat pula. Sedangkan kenyataan yang terjadi adalah sebaliknya. Hal ini menyebabkan pelaku perjalanan akan memilih rute alternatif atau rute tercepat menuju tujuannya dengan menghindari kemacetan.

Dalam pencarian rute alternatif atau rute tercepat, perhitungan dapat dilakukan dengan beberapa teori, salah satunya dengan teori Algoritma Dijkstra. Algoritma ini menyelesaikan masalah dengan menghasilkan satu rute yang tercepat ataupun yang termudah. Algoritma Dijkstra juga melakukan kalkulasi terhadap semua kemungkinan bobot terkecil dari setiap titik perjalanan.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Jember pada beberapa bagian rute jalan dari perempatan Mangli Jember menuju Kampus Universitas Negeri Jember.



Gambar 1 Peta Lokasi Rute Yang Di Hitung

### Pengumpulan Data dan Survei Lapangan

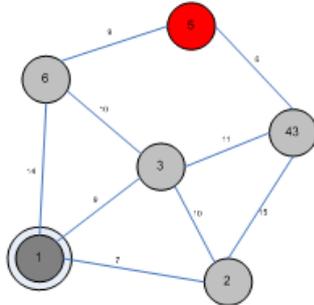
Data panjang jalan didapat dari data jalan Bina Marga Jember dan ArcGIS. Untuk data waktu tempuh didapat dari survei lapangan yang dilakukan 3 kali pada setiap titik perjalanan.

### Analisis dan Perancangan

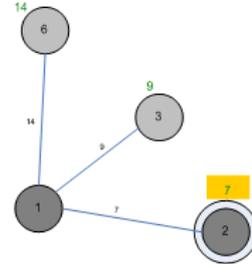
Tahapan ini dilakukan dengan merancang data masukan berupa bobot kecepatan, panjang jalan, dan waktu tempuh. Lalu dilakukan proses perhitungan dengan metode Algoritma Dijkstra dengan tahapan:

1. Node awal 1, node tujuan 5. Setiap arc yang terhubung antar node telah diberi nilai atau bobot.
2. Dijkstra melakukan kalkulasi terhadap node tetangga yang terhubung langsung dengan node keberangkatan (node 1), dan hasil yang didapat adalah node 2 karena bobot nilai node 2 paling kecil di bandingkan nilai node lain, nilai = 7 (0+7)
3. Node 2 di set menjadi node keberangkatan dan ditandai sebagai node yang telah terjamah. Dijkstra melakukan kalkulasi kembali terhadap node – node tetangga yang terhubung langsung dengan node yang telah terjamah. Dan kalkulasi dikstra menunjukkan bahwa node 3 yang menjadi node keberangkatan selanjutnya karena bobotnya yang paling kecil dari hasil kalkulasi terakhir, nilai 9 (0+9).
4. Perhitungan berlanjut dengan node 3 ditandai menjadi node yang telah terjamah. Dari semua node tetangga belum terjamah yang terhubung langsung dengan node terjamah, node selanjutnya yang ditandai menjadi node terjamah adalah node 6 karena nilai bobot yang terkecil, nilai 11 (9+2)

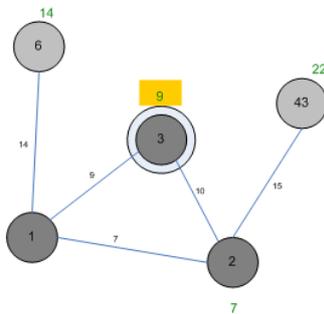
5. Node 6 menjadi node terjamah, dijkstra melakukan kalkulasi kembali dan menemukan bahwa node 5 (node tujuan) telah tercapai lewat node 6. Jalur terpendeknya adalah 1-3-6-5 dan nilai bobot yang didapat adalah 20 (11+9). Bila node tujuan telah tercapai maka kalkulasi dijkstra dinyatakan selesai.



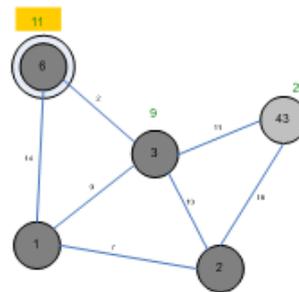
Contoh Kasus Langkah 1



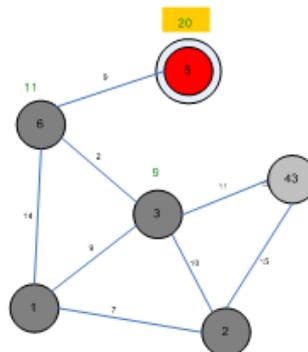
Contoh Kasus Langkah 2



Contoh Kasus Langkah 3



Contoh Kasus Langkah 4



Contoh Kasus Langkah 5

**Gambar 2.** Tahapan Perhitungan Metode Algoritma Dijkstra

Selanjutnya dilakukan langkah pemilihan rute terbaik dengan menggunakan kelas Interval, caranya adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data dari yang terkecil ke yang terbesar atau sebaliknya. Tujuannya untuk memudahkan dalam melakukan penghitungan pada langkah ketiga.
2. Membuat kategori atau kelas yaitu data dimasukkan ke dalam kategori yang sama, sehingga data dalam satu kategori mempunyai karakteristik yang sama. Cara untuk membuat kategori yang baik :
  - a. Menentukan banyaknya kategori atau kelas sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah rumus Sturges untuk menentukan banyaknya kategori atau kelas

$$k = 1 + 3,322 \text{ Log } n \quad \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

k = jumlah kategori

n = banyaknya kelas

- b. Menentukan interval kategori. Interval kategori atau kelas adalah batas bawah dan batas atas dari suatu kategori

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{Nilai terbesar} - \text{Nilai Terkecil}}{\text{Jumlah Kelas}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

- c. Melakukan penturusan atau pentabulasian dari data mentah yang sudah diurutkan ke dalam kelas interval yang sudah dihasilkan.

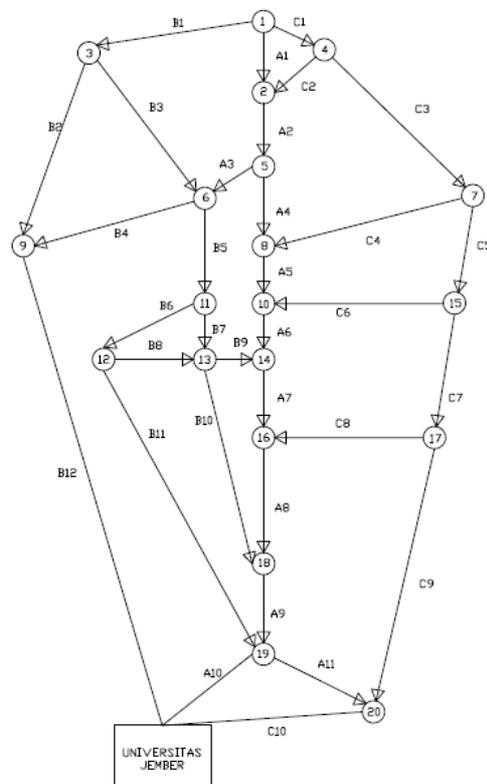
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Graf

Pemodelan graf dilakukan untuk mempresentasikan jalan mana saja yang akan dilalui. Hasil model graf ditunjukkan seperti pada Gambar 3.

Selanjutnya pada gambar pemodelan graf, nama jalan diwakili oleh arc yang di beri simbol huruf. Daftar arc dan nama jalan serta panjangnya ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat diketahui nama jalan yang diwakili oleh simbol arc yang berupa huruf. Selain itu dapat diketahui panjang jalan dan waktu tempuh yang dibutuhkan masing-masing titik atau arc untuk menuju titik atau arc selanjutnya.



Gambar 7. Hasil Pemodelan Graf

**Tabel 1** Daftar Arc dan Data Jalan

No.	Arc	Nama Jalan	Panjang (Km)	Waktu Tempuh (hh:mm:ss)			
				7:00	9:00	13:00	16:00
1	A1	Hayam Wuruk	0.725926	0:00:51	0:00:52	0:00:51	0:00:53
2	A2	Hayam Wuruk	1.825646	0:02:10	0:02:15	0:02:09	0:02:20
3	A3	Imam Bonjol	2.362781	0:04:10	0:04:15	0:03:47	0:03:57
4	A4	Gajah Mada	0.532744	0:00:28	0:00:31	0:00:30	0:00:37
5	A5	Gajah Mada	1.35397	0:01:02	0:01:06	0:01:02	0:01:03
6	A6	Gajah Mada	0.225729	0:00:32	0:00:29	0:00:31	0:00:36
7	A7	Gajah Mada	0.474457	0:00:23	0:00:21	0:00:26	0:00:22
8	A8	Gajah Mada	0.194903	0:00:21	0:00:19	0:00:18	0:00:18
9	A9	Sultan Agung PB. Sudirman	0.997818	0:02:52	0:02:03	0:03:55	0:02:07
10	A10	Bedadung Bengawan Kalimantan	1.524802	0:03:01	0:02:25	0:02:25	0:02:41
11	A11	PB. Sudirman	0.715266	0:03:33	0:01:33	0:01:33	0:01:34
12	B1	Otto Iskandar Dinata	4.912217	0:08:47	0:10:55	0:08:28	0:08:08
13	B2	Basuki Rahmat	3.189927	0:09:46	0:06:40	0:06:25	0:06:40
14	B3	Moch Yamin	3.289111	0:05:00	0:04:01	0:03:53	0:04:18
15	B4	Teuku Umar	1.490827	0:04:43	0:03:50	0:03:53	0:04:25
16	B5	KH. Agus Salim	1.356628	0:05:37	0:03:04	0:04:01	0:04:08
17	B6	KH. Wachid Hasyim	1.360824	0:03:51	0:03:26	0:03:52	0:03:51
18	B7	KH. Shiddiq	0.32798	0:01:23	0:01:12	0:01:17	0:01:12
19	B8	Trunojoyo	0.835976	0:06:11	0:03:40	0:04:58	0:05:59
20	B9	HOS Cokroaminoto	0.504434	0:06:13	0:03:08	0:04:34	0:06:13
21	B10	Samanhudi	0.495056	0:04:49	0:03:08	0:05:06	0:04:49
22	B11	RA Kartini	1.157347	0:03:58	0:02:51	0:03:20	0:03:04
23	B12	Letjend Suprpto Sumatra Kalimantan	3.508972	0:06:33	0:03:16	0:06:37	0:06:33
24	C1	Udang Windu	0.901381	0:01:00	0:01:01	0:01:02	0:01:00
25	C2	Lumba Lumba	0.81838	0:00:54	0:00:58	0:00:59	0:00:54
26	C3	Sukorambi	5.632551	0:08:17	0:08:12	0:08:16	0:08:09
27	C4	Teratai					
28	C5	Kaca Piring	1.024884	0:03:31	0:01:42	0:02:18	0:01:44
29	C6	Melati	0.703708	0:03:02	0:01:58	0:02:00	0:01:58
30	C7	kenanga	0.307243	0:01:06	0:01:01	0:01:11	0:01:06
31	C8	Kenanga	0.452294	0:01:05	0:00:59	0:01:01	0:00:59
32	C9	Manggar Cendrawasih Nusa indah	3.55021	0:10:31	0:07:55	0:06:58	0:06:13
33	C10	PB. Sudirman Mastrip Kalimantan	1.615896	0:04:34	0:02:55	0:03:06	0:02:59

### Analisa dan Perancangan

Dari hasil perhitungan dengan metode Algoritma didapat bobot total waktu pada masing-masing jam survai.

**Tabel 2** Kelas Interval pada Pukul 07.00

Kelas	Interval	Frekuensi
1	11m - 18m	5
2	19m - 25m	8
3	26m - 32m	14
4	33m - 39m	12
5	40m - 46m	5
6	47m - 53m	1
Total		45

**Tabel 3** Waktu Tempuh pada Pukul 07.00

No	No Rute	Waktu tempuh	Jarak
1	1	0:11:40	7.855995
2	26	0:12:44	8.84983
3	2	0:16:45	8.662355
4	27	0:17:49	9.65619
5	13	0:18:27	9.914152

Dilihat dari Tabel 2, ada 5 macam rute yang dapat dikategorikan sebagai waktu tempuh tercepat pada pukul 07:00. Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa rute nomer 1 menjadi rute tercepat dan terpendek pada pukul 07:00 dengan catatan waktu tempuh 11 menit 40 detik dan jarak tempuh 7,85 Km

**Tabel 4** Kelas Interval Pukul 09.00

Kelas	Interval	Frekuensi
1	10m - 15 m	6
2	16m - 20m	10
3	21m - 25m	11
4	26m - 30m	13
5	31m - 35m	5
6	36m - 40m	0
Total		45

**Tabel 5** Waktu Tempuh pada Pukul 09.00

No	No Rute	Waktu tempuh	Jarak
1	1	0:10:21	7.855995
2	26	0:11:28	8.84983
3	2	0:12:24	8.662355
4	27	0:13:31	9.65619
5	13	0:14:28	9.914152
6	38	0:15:35	10.908

Dilihat pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa rute nomer 1 menjadi rute tercepat dan terpendek pada pukul 09:00 dengan catatan waktu tempuh 10 menit 21 detik dan jarak tempuh 7,85 Km

**Tabel 6** Kelas Interval pada Pukul 13.00

Kelas	Interval	Frekuensi
1	12m - 17m	5
2	18m - 22m	9
3	23m - 27m	13
4	28m - 32m	10
5	33m - 37m	6
6	38m - 42m	2
Total		45

**Tabel 7** Waktu Tempuh pada Pukul 13.00

No	No Rute	Waktu tempuh	Jarak
1	1	0:12:07	7.855995
2	26	0:13:17	8.84983
3	2	0:14:21	8.662355
4	27	0:15:31	9.65619
5	13	0:17:18	9.914152

Dilihat pada tabel 7 dapat diketahui bahwa rute nomer 1 menjadi rute tercepat dan terpendek pada pukul 13:00 dengan catatan waktu tempuh 12 menit 07 detik dan jarak tempuh 7,85 Km

**Tabel 8** Kelas Interval pada Pukul 16.00

Kelas	Interval	Frekuensi
1	10m - 15m	4
2	16m - 20m	8
3	21m - 25m	12
4	26m - 30m	8
5	31m - 35m	9
6	36m - 40m	4
Total		45

**Tabel 9** Waktu Tempuh pada Pukul 16.00

No	No Rute	Waktu tempuh	Jarak
1	1	0:10:58	7.855995
2	26	0:11:59	8.84983
3	2	0:12:50	8.662355
4	27	0:13:52	9.65619
5	13	0:17:18	9.914152

Dilihat pada tabel 9 dapat diketahui bahwa rute nomer 1 menjadi rute tercepat dan terpendek pada pukul 16:00 dengan catatan waktu tempuh 10 menit 58 detik dan jarak tempuh 7,85 Km

**Tabel 9** Tabel Interval Panjang Rute

Kelas	Interval	Frekuensi
1	7 Km - 8 Km	3
2	9 Km - 10 Km	8
3	11 Km - 12 Km	18
4	13 Km - 14 Km	13
5	15 Km - 16 Km	3
6	17 Km - 18 Km	0
Total		45

**Tabel 10** Total Bobot Panjang Rute

No Rute	JarakTempuh	WaktuTempuh (hh:mm:ss)			
		7:00	9:00	13:00	16:00
1	7.855995	0:11:40	0:10:21	0:12:07	0:10:58
2	8.662355	0:16:45	0:12:24	0:14:21	0:12:50
26	8.84983	0:12:44	0:11:28	0:13:17	0:11:59

Dari tabel 10 diketahui bahwa ada persamaan antara rute dengan jarak terpendek dan waktu tempuh tercepat pada masing masing jam survey. Dan dari hasil kesimpulan dari semua data, rute no 1 dengan rute yang melewati jalan Hayam wuruk, jalan Gajah Mada, jalan Sultan Agung, jalan P.B. Sudirman, jalan Bengawan Solo merupakan rute terbaik dengan catatan jarak dan waktu tempuh yang paling pendek dan cepat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan perhitungan yang dilakukan, Algoritma Dijkstra mampu memberikan jalur optimal dan jalur alternative lain dalam pencarian rute tercepat menuju kampus Universitas Jember. Jalan utama atau rute nomer 1 masih menjadi pilihan utama karena menurut hasil survai rute nomer 1 menjadi rute yang tercepat pada semua waktu survai untuk menuju Kampus Universitas Jember.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kepada UPT Bina Marga dan Dinas Perhubungan Kabupaten Jember yang mensupport data sekunder dan seluruh pihak yang terkait yang mendukung pengambilan data primer dalam penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1998. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.
- Munir, R. 2001. *Matematika Diskrit*, Bandung : Informatika Bandung.
- Saaty, T.L. 1991. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*, Jakarta : Dharma Aksara Perkasa.

## **INSPEKSI KESELAMATAN JALAN PADA LOKASI RAWAN KECELAKAAN JALUR PROBOLINGGO-LUMAJANG (KM SBY 82+650-KM SBY 118)**

**Rosy Marcianus Reggar**  
Program Studi S-1 Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
[ocypio@gmail.com](mailto:ocypio@gmail.com)

**Akhmad Hasanuddin**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[damha\\_sipilunej@yahoo.co.id](mailto:damha_sipilunej@yahoo.co.id)

**Dwi Nurtanto**  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan 37 Jember  
Telp./Fax. (0331) 410241  
[dwinurtanto@yahoo.com](mailto:dwinurtanto@yahoo.com)

### **Abstrak**

Jalur Probolinggo-Lumajang adalah jalur yang menghubungkan Jawa Timur bagian selatan dengan bagian barat. Jalur tersebut dibagi menjadi dua ruas, yaitu ruas Pasuruan-Probolinggo (82+650 Km Sby-104 Km Sby) dan ruas Probolinggo-Lumajang (104 Km Sby-118 Km Sby). Jalur tersebut dilalui oleh berbagai macam jenis kendaraan sehingga memiliki potensi terjadinya kecelakaan. Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mencari daerah rawan kecelakaan di jalur Probolinggo-Lumajang, kemudian melakukan inspeksi terhadap jalur tersebut dan memaparkan hasilnya berdasarkan penilaian defisiensi keselamatan pada lokasi penelitian. Hasil inspeksi keselamatan jalan dihitung dengan indikator nilai resiko penanganan defisiensi keselamatan. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam melakukan inspeksi keselamatan jalan yaitu: aspek geometrik jalan yang meliputi posisi elevasi bahu jalan terhadap elevasi tepi perkerasan, lebar bahu jalan; aspek perkerasan yang meliputi kerusakan berupa lubang, amblas, gelombang, dan genangan air; aspek harmonisasi rambu, marka, dan sinyal; serta aspek penerangan jalan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan ruas jalur Pasuruan-Probolinggo memiliki nilai R sebesar 1322 poin dan ruas Probolinggo-Lumajang memiliki nilai R sebesar 990 poin. Hasilnya menunjukkan bahwa defisiensi penerangan memiliki nilai defisiensi yang paling tinggi, sehingga harus segera di atasi untuk mengurangi resiko terjadinya kecelakaan.

*Kata kunci: kecelakaan, inspeksi keselamatan jalan, defisiensi, nilai resiko, upaya.*

## **PENDAHULUAN**

Probolinggo merupakan salah satu kota/kabupaten yang terkenal akan mangga dan anggurnya. Objek wisata yang terkenal di Probolinggo adalah Gunung Bromo. Gunung Bromo merupakan salah satu daya tarik Probolinggo, banyak turis-turis asing mancanegara yang datang kesana.

Pada tahun 2009 di kabupaten Probolinggo terjadi 243 kasus kecelakaan, 59 korban meninggal dunia, 30 korban luka berat, 328 korban luka ringan. Sedangkan di Kota Probolinggo terjadi 84 kasus kecelakaan, 16 korban meninggal dunia, 20 korban luka berat, 78 korban luka ringan. Pada tahun 2011 di Kabupaten Probolinggo terjadi 614 kasus kecelakaan, 120 korban meninggal dunia, 33 korban luka berat, dan 789 korban luka ringan. Sedangkan di Kota Probolinggo terjadi 195 kasus kecelakaan, 33 korban meninggal dunia, 17 korban luka berat, dan 209 korban luka ringan.

Terjadinya kecelakaan pada ruas jalan tersebut dapat ditimbulkan oleh beberapa penyebab, yang berkaitan dengan pemakai, kendaraan dan tata letak jalan. Kondisi lingkungan dan cuaca juga menjadi salah satu sebab terjadinya kecelakaan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kecelakaan Lalu Lintas

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor : 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas, yang merupakan penjabaran UU No 14 tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan yang sedang bergerak dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, yang mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda. Dari beberapa penelitian dan pengkajian dilapangan dapat disimpulkan bahwa kecelakaan lalu lintas dapat dipengaruhi oleh faktor manusia, kendaraan dan lingkungan jalan, serta interaksi dan kombinasi dua atau lebih faktor tersebut di atas (Austroads, 2002).

### Identifikasi Lokasi Daerah Rawan Kecelakaan

Tahapan dalam melakukan identifikasi lokasi rawan kecelakaan adalah sebagai berikut: a) Pencatatan data kecelakaan sangat penting bagi kecermatan suatu kejadian keselamatan jalan. b) Identifikasi lokasi kecelakaan terburuk berdasarkan frekuensi kecelakaan. Identifikasi 15 atau sekurang-kurangnya 10 lokasi kecelakaan (bila memungkinkan) atau kurang dari 10 lokasi kecelakaan terburuk dilakukan berdasarkan frekuensi kecelakaan tertinggi dari data kecelakaan selama 3 tahun berturut-turut atau sekurang-kurangnya 2 tahun berturut-turut (Kimpraswil, 2004). Dimana Teknik pemeringkatan lokasi kecelakaan antara lain dilakukan dengan pendekatan tingkat kecelakaan dan statistik kendali mutu (*quality control statistic*) atau pembobotan berdasarkan nilai kecelakaan dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

1. Perhitungan tingkat kecelakaan untuk ruas jalan, menggunakan rumus sebagai berikut (Dewanti, 1996):

$$TK = \frac{JK}{T \times L} \quad (1)$$

Dimana : TK adalah tingkat kecelakaan,  
JK adalah jumlah kecelakaan selama T tahun  
T adalah untuk tahun pengamatan  
L adalah panjang ruas jalan (km)

2. Perhitungan angka kecelakaan berdasarkan tingkat kecelakaan menggunakan pendekatan bobot kecelakaan dengan angka EPDO (Equivalent Property Damage Only) menggunakan perbandingan kejadian kecelakaan yang mengakibatkan (Kimpraswil, 2004) :

$$MD : LB : LR : MT = 12 : 6 : 3 : 1 \quad (2)$$

Dimana : MD adalah meninggal dunia  
LB adalah luka berat  
LR adalah luka ringan  
MT adalah kerugian materi saja

3. Menggunakan angka ekivalen kecelakaan (EAN) yaitu sistem pembobotan yang mengacu kepada biaya kecelakaan (Kimpraswil, 2004) :

$$F : I : DO = 12 : 3 : 1 \quad (3)$$

Dimana : F adalah meninggal dunia  
I adalah luka-luka  
DO adalah kerugian materi saja

4. Angka kecelakaan per 100 juta kendaraan-Km dari suatu ruas jalan (Pignataro, 1973).

$$R = \frac{C \times 100.000.000}{V} \quad (4)$$

Dimana : R adalah angka kecelakaan per 100 juta kendaraan-Km,  
C adalah jumlah kecelakaan selama periode pengamatan,  
V adalah volume lalu lintas harian rata-rata.

5. Angka kecelakaan per juta kendaraan-Km (Pignataro, 1973).

$$R_{sp} = \frac{(A \times 1.000.000)}{(365 \times V \times L \times T)} \quad (5)$$

Dimana : R<sub>sp</sub> adalah angka kecelakaan per juta kendaraan-Km,  
A adalah jumlah kecelakaan selama periode pengamatan,  
V adalah volume lalu lintas harian rata-rata,  
L adalah panjang ruas jalan yang ditinjau,  
T adalah waktu periode pengamatan.

6. Nilai batas EV, yaitu nilai rentang frekuensi kecelakaan yang terjadi. Dimana nilainya ditentukan dengan rumus :

(6)

Dimana : EV adalah menunjukkan rentang dari frekuensi kecelakaan  
X adalah nilai rata-rata kecelakaan setiap lokasi  
S adalah nilai standart deviasi dari frekuensi kecelakaan  
Z adalah angka/ nilai korelasi standar deviasi dari tingkat derajat kepercayaan (untuk derajat kepercayaan 95 %, nilai Z adalah 1,96)

### Inspeksi Keselamatan Jalan

Dalam kaitannya dengan infrastruktur jalan, inspeksi keselamatan jalan akan difokuskan kepada seberapa besar penyimpangan performansi infrastruktur terhadap standar teknisnya, yang meliputi: (1) inspeksi geometrik jalan, seperti jarak pandang, radius tikungan, lebar lajur lalu lintas kendaraan, lebar bahu jalan, beda elevasi antara tepi perkerasan dan bahu jalan; (2) inspeksi performansi kerusakan perkerasan, seperti luasan *pothole*, *rutting*, deformasi, dan *bleeding*; (3) inspeksi harmonisasi fasilitas perlengkapan jalan terhadap fungsi jalan, seperti rambu batasan kecepatan dan petunjuk arah, marka, lampu penerangan, sinyal, median, dan *guard rail*. Performansi inspeksi defisiensi keselamatan infrastruktur jalan diukur terhadap nilai peluang kejadian kecelakaan, nilai dampak keparahan korban kecelakaan dan nilai resiko serta tingkat kepentingan penanganannya. Apabila tidak terdapat standart teknis untuk menilai kondisi yang ada, dapat menggunakan rujukan catatan.

Nilai peluang (P) dapat diperkirakan dari jumlah kejadian kecelakaan sebelumnya pada ruas jalan yang diinspeksi, terjadinya penyimpangan terhadap standar teknis dan kombinasi antara perilaku pengguna dan kompleksitas lalu lintas. Nilai dampak (D) diperkirakan berdasarkan riwayat kecelakaan yang pernah terjadi dan referensi lain atas kecelakaan yang diakibatkan oleh defisiensi serupa. Nilai resiko (R) pada tiap defisiensi yang telah ditemukan dapat mengindikasikan seberapa besar urgensi respon penanganannya yang harus dilakukan. Semakin besar nilai R, semakin besar pula kategori penanganannya.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada jalur Probolinggo-Lumajang yang dibagi menjadi dua ruas, yaitu ruas Pasuruan-Probolinggo (Km Sby 82,65 – Km Sby 104) dan ruas Probolinggo-Lumajang (Km Sby 104 – Km Sby 118).

### Analisis Data

Dalam perhitungan angka kecelakaan, menggunakan pendekatan-pendekatan yang memungkinkan dengan ketersediaan data yang dimiliki Satuan Lalu Lintas Probolinggo dan Dinas Perhubungan Probolinggo dapat dilakukan analisis. Tahapan analisisnya sebagai berikut :

1. Pengumpulan data kecelakaan dan volume lalu lintas tahun 2009-2013;
2. Menghitung angka Kecelakaan per-Km panjang jalan;
3. Menghitung angka Equivalent Property Damage Only (EPDO), dengan menggunakan pendekatan bobot kecelakaan dengan angka EPDO;
4. Menghitung angka ekivalen kecelakaan (EAN) yaitu sistem pembobotan yang mengacu kepada biaya kecelakaan;
5. Menghitung angka kecelakaan per-100.000.000 kendaraan-Km;
6. Menghitung angka kecelakaan per juta kendaraan-Km;
7. Untuk menentukan nilai batas angka kecelakaan maka digunakan Nilai batas EV (Frekuensi Kecelakaan), dan apabila angka kecelakaan pada suatu ruas jalan yang diteliti lebih besar daripada nilai batas EV, maka dapat dikatakan bahwa di ruas jalan yang diteliti tersebut berpotensi menjadi daerah rawan kecelakaan.

### Pelaksanaan Inspeksi Keselamatan Jalan

Inspeksi Keselamatan Jalan dilakukan dengan cara penerapan formulir pemeriksaan keselamatan (*checking list*) secara detail pada beberapa titik penting sepanjang ruas jalan terhadap beberapa aspek penting, antara lain :

1. Kondisi umum: masalah lebar jalur jalan, bahu jalan, lansekap dll;
2. Alinyemen horizontal;
3. Alinyemen vertikal;
4. Kondisi persimpangan;
5. Kondisi penerangan;
6. Kondisi rambu dan marka;
7. Bangunan pelengkap;
8. Kondisi perkerasan; dan
9. Persimpangan antara rel kereta api dengan jalan raya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, hasil analisa tersebut dapat dirangkum dalam Tabel 1 berikut :

**Tabel 1** Lokasi Blackspot Jalur Pasuruan-Probolinggo Pendekatan per 0,5 Km

TAHUN 2009															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
83,5	84	4	2	5	0	4	2	3	0	9	18	69	63	2279	0,1249
EV										13,13	36,00	35,50	1290,06	0,07	
TAHUN 2010															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
84	84,5	4	3	3	0	4	1	2	0	8	16	60	57	1895	0,1038
EV										12,63	44,22	41,01	1496,12	0,08	
TAHUN 2011															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EV										16,46	44,32	40,42	1821,09	0,10	
TAHUN 2012															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EV										19,25	44,41	41,92	1988,37	0,11	
TAHUN 2013															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
91,5	92	2	0	11	12	2	0	10	0	12	24	54	54	2311	0,1266
EV										20,94	47,09	46,43	1293,08	0,07	

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Pasuruan-Probolinggo tahun 2009 terdapat 1 lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 13,13$ , nilai  $EV_{EPDO} = 36,00$ , nilai  $EV_{EAN} = 35,50$ , nilai  $EV_R = 1290,06$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,07$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Pasuruan-Probolinggo tahun 2010 terdapat 1 lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 12,63$ , nilai  $EV_{EPDO} = 44,22$ , nilai  $EV_{EAN} = 41,01$ , nilai  $EV_R = 1496,12$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,08$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Pasuruan-Probolinggo tahun 2011 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 16,46$ , nilai  $EV_{EPDO} = 44,32$ , nilai  $EV_{EAN} = 40,42$ , nilai  $EV_R = 1821,09$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,10$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Pasuruan-Probolinggo tahun 2012 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 19,25$ , nilai  $EV_{EPDO} = 44,41$ , nilai  $EV_{EAN} = 41,92$ , nilai  $EV_R = 1988,37$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,11$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Pasuruan-Probolinggo tahun 2013 terdapat 1 lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 20,94$ , nilai  $EV_{EPDO} = 47,09$ , nilai  $EV_{EAN} = 46,43$ , nilai  $EV_R = 1293,08$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,07$ .

**Tabel 2** Lokasi Blackspot Jalur Probolinggo-Lumajang Pendekatan per 0,5 Km

TAHUN 2009															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EV										8,45	30,42	29,91	1973,60	0,11	
TAHUN 2010															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EV										8,72	30,67	27,70	1859,62	0,10	
TAHUN 2011															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
108,5	109	2	1	20	0	2	0	12	0	14	28	60	60	5566	0,3050
EV										22,69	54,41	53,70	4510,94	0,25	
TAHUN 2012															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
108,5	109	1	0	28	0	1	0	16	0	17	34	60	60	6293	0,3448
EV										30,33	57,85	56,28	5614,03	0,31	
TAHUN 2013															
KM SBY		JML KORBAN/0,5KM				JML BOBOT/0,5KM				JK	ANGKA LAKA				
AWAL	AKHIR	MD	LB	LR	TL	MD	LB	LR	TL		TK	EPDO	EAN	R	Rsp
108,5	109	3	1	18	0	2	1	13	0	16	32	69	66	5511	0,3020
EV										26,59	60,75	59,27	4579,40	0,25	

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang tahun 2009 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 8,45$ , nilai  $EV_{EPDO} = 30,42$ , nilai  $EV_{EAN} = 29,91$ , nilai  $EV_R = 1973,60$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,11$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang tahun 2010 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 8,72$ , nilai  $EV_{EPDO} = 30,67$ , nilai  $EV_{EAN} = 27,70$ , nilai  $EV_R = 1859,62$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,10$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang tahun 2011 terdapat 1 lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 22,69$ , nilai  $EV_{EPDO} = 54,41$ , nilai  $EV_{EAN} = 53,70$ , nilai  $EV_R = 4510,94$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,25$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang tahun 2012 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 30,33$ , nilai  $EV_{EPDO} = 57,85$ , nilai  $EV_{EAN} = 56,28$ , nilai  $EV_R = 5614,03$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,31$ .

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang tahun 2009 tidak terdapat lokasi blackspot di jalur tersebut dengan nilai  $EV_{TK} = 26,59$ , nilai  $EV_{EPDO} = 60,75$ , nilai  $EV_{EAN} = 59,27$ , nilai  $EV_R = 4579,40$ , dan nilai  $EV_{Rsp} = 0,25$ .

### Inspeksi Keselamatan Jalan

Pada penelitian ini, Inspeksi Keselamatan Jalan dilakukan pada ruas jalan Probolinggo-Lumajang yang panjangnya kurang lebih 35 km. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan defisiensi jalan yang ditemukan di setiap lokasi dan evaluasi resiko defisiensi-defisiensi ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3** Evaluasi Nilai Resiko Defisiensi-Defisiensi Keselamatan Jalan

NO.	FOKUS PENELITIAN	LOKASI BLACKSPOT							
		Ruas Pasuruan - Probolinggo (91,5 KMSBY - 92 KMSBY)				Ruas Probolinggo - Lumajang (108,5 KMSBY - 109 KMSBY)			
		P	D	R	Kategori	P	D	R	Kategori
<b>A. Defisiensi Keselamatan Dari Aspek Geometrik</b>									
1.	Lebar ruas jalan	2	10	20	Diabaikan	2	10	20	Diabaikan
2.	Bahu	4	70	280	Tinggi	2	10	20	Diabaikan
3.	Simpang	2	10	20	Diabaikan	4	40	160	Sedang
<b>JUMLAH</b>		<b>320</b>				<b>200</b>			
<b>B. Defisiensi Keselamatan Dari Aspek Perkerasan</b>									
1.	Kerusakan perkerasan jalan (Lubang/Ambblas/Gelombang)	1	1	1	Diabaikan	2	10	20	Diabaikan
2.	Genangan air	1	1	1	Diabaikan	2	20	40	Diabaikan
<b>JUMLAH</b>		<b>2</b>				<b>60</b>			
<b>C. Defisiensi Keselamatan Dari Aspek Harmonisasi Rambu, Marka, dan Sinyal</b>									
1.	Rambu	4	70	280	Tinggi	2	40	80	Rendah
2.	Marka	2	10	20	Diabaikan	2	10	20	Diabaikan
3.	Sinyal	5	70	350	Tinggi	4	70	280	Tinggi
<b>JUMLAH</b>		<b>650</b>				<b>380</b>			
<b>D. Defisiensi Keselamatan Dari Aspek Penerangan Jalan</b>									
<b>JUMLAH</b>		<b>350</b>				<b>350</b>			

Keterangan :

Nilai P = peluang kecelakaan,

Nilai R = resiko dari hasil PxD

Nilai D = dampak keparahan

Nilai P dan D didapat dari survei dilapangan. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap defisiensi-defisiensi yang terdapat di lapangan, diperoleh nilai resiko pada tiap lokasi, hasil evaluasi tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

**Tabel 4** Hasil perhitungan nilai resiko

NO.	FOKUS PENELITIAN	Lokasi Blackspot	
		Ruas Pasuruan - Probolinggo (91,5 KMSBY - 92 KMSBY)	Ruas Probolinggo - Lumajang (108,5 KMSBY - 109 KMSBY)
		A	Aspek Geometrik
B	Aspek Perkerasan	2	60

NO.	FOKUS PENELITIAN	Lokasi Blackspot	
		Ruas Pasuruan - Probolinggo (91,5 KMSBY - 92 KMSBY)	Ruas Probolinggo - Lumajang (108,5 KMSBY - 109 KMSBY)
C	Aspek Harmonisasi Rambu, marka dan sinyal	650	380
D	Aspek Penerangan Jalan	350	350
JUMLAH		1322	990

Dengan membandingkan hasil perhitungan defisiensi dan pelanggaran resiko antar lokasi, maka lokasi yang diprioritaskan dalam penelitian adalah ruas jalan Pasuruan-Probolinggo (91,5 KMSBY-92 KMSBY) yang mempunyai hasil total 1322 poin, selanjutnya ruas Probolinggo-Lumajang (108,5 KMSBY-109 KMSBY) yang memiliki hasil total 990 poin.

### Usulan Penanganan Perbaikan Lokasi Inspeksi Keselamatan Jalan

Berdasarkan permasalahan yang ada tersebut maka dibuatlah beberapa usulan upaya penanganan perbaikan lokasi inspeksi keselamatan jalan.

**Tabel 5** Usulan Penanganan Perbaikan Lokasi Inspeksi Keselamatan Jalan

No.	Permasalahan Defisiensi	Upaya Tindakan	Instansi yang Berwenang
<b>A. Ruas Pasuruan-Probolinggo (91,5 KM Sby-92 KM Sby)</b>			
1	Tidak ada rambu persimpangan pada 91,7 KM Sby sebelum simpang 3 dari arah Pasuruan	>>Pemasangan rambu peringatan persimpangan pada 91,7 Km Sby	Dinas Perhubungan
2	Tidak ada marka kejut sebelum simpang 3 pada 91,7 KM Sby dari arah Pasuruan	>>Pemasangan marka kejut pada 50 meter sebelum simpang	Dinas Pekerjaan Umum
3	Lampu sinyal sebelum simpang 3 dari arah Pasuruan tidak ada	>>Pemasangan sinyal sebelum simpang 3 arah dari Pasuruan	Dinas Cipta Karya (Bidang PJU)
4	Tidak ada lampu penerangan di lokasi simpang 3 maupun di sepanjang jalan	>>Pemasangan lampu penerangan di sepanjang salah satu sisi bahu jalan	Dinas Cipta Karya (Bidang PJU)
5	Terdapat beda tinggi antara bahu jalan dengan tepi perkerasan	>>Memperbaiki dan meratakan elevasi bahu jalan hingga sejajar dengan tepi perkerasan	Dinas Pekerjaan Umum
<b>B. Ruas Probolinggo-Lumajang (108,5 KM Sby-109 KM Sby)</b>			
1	Tidak ada rambu persimpangan pada 108,6 KM Sby sebelum simpang 3 dari arah Lumajang	>>Pemasangan rambu peringatan persimpangan pada 108,6 KM Sby	Dinas Perhubungan
2	Garis marka putus-putus dan garis marka sambung pada garis tepi jalan sudah terkelupas	>>Pengecatan ulang garis marka yang terkelupas >>Pemasangan marka kejut pada 50 meter sebelum simpang	Dinas Pekerjaan Umum Dinas Pekerjaan Umum

No.	Permasalahan Defisiensi	Upaya Tindakan	Instansi yang Berwenang
3	Tidak ada lampu sinyal sebelum lokasi simpang 3 dari arah Lumajang	>>Pemasangan sinyal sebelum simpang 3 dari arah Lumajang	Dinas Cipta Karya (Bidang PJU)
4	Tidak ada lampu penerangan di lokasi simpang 3 maupun di sepanjang jalan	>>Pemasangan lampu penerangan di sepanjang salah satu sisi bahu jalan	Dinas Cipta Karya (Bidang PJU)
5	Konstruksi bahu jalan digenangi air dan berlubang	>>Memperbaiki konstruksi bahu jalan	Dinas Pekerjaan Umum

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Lokasi rawan kecelakaan pada jalur Probolinggo-Lumajang, yaitu Km Sby 91,5 – KM Sby 92 (ruas jalan Pasuruan-Probolinggo) dan Km Sby 108,5 – Km Sby 109 (ruas jalan Probolinggo-Lumajang) pada tahun 2012.
2. Kendaraan yang paling banyak terlibat dalam kejadian kecelakaan adalah sepeda motor.
3. Dilihat dari segala aspek defisiensi jalan dan hasil total akumulasi nilai resiko, dapat diketahui bahwa lokasi ruas Pasuruan-Probolinggo memiliki nilai yang tinggi dengan nilai 1322 poin dibandingkan ruas Probolinggo-Lumajang yang memiliki nilai 990 poin.
4. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya kejadian kecelakaan di jalur Probolinggo-Lumajang berdasarkan hasil inspeksi keselamatan jalan yaitu dengan cara memasang lampu penerangan jalan di sepanjang lokasi rawan kecelakaan tersebut. Hal itu disebabkan oleh nilai defisiensi pada aspek penerangan jalan yang memiliki poin tinggi.

### Saran

1. Berdasarkan kondisi yang ditemukan pada lokasi yang paling rawan kecelakaan tersebut, penanganan yang disarankan adalah dengan memperbaiki fasilitas jalan yang sudah tidak berfungsi dengan baik seperti bahu jalan, memasang atau memperbaiki rambu-rambu, memasang dan memperbaiki sinyal, dan memasang lampu penerangan jalan.
2. Upaya penanganan lokasi rawan kecelakaan dapat dilakukan oleh instansi yang terkait seperti hasil penelitian untuk meningkatkan keselamatan jalan pada daerah rawan kecelakaan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas, Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-09-2004-B*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Dewanti. 1996. Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas di Yogyakarta. *Media Teknik – UGM Yogyakarta*. No. 3 Tahun XVIII November 1996. Yogyakarta.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2007. *Penyusunan Sistem Manajemen dan Pedoman Keselamatan Jalan dalam Kegiatan Pembangunan Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dirgantoro, A. 2009. *Audit Keselamatan Jalan Tahap Operasional Ruas Jalan Jember-Banyuwangi Kabupaten Jember (Km Jbr. 0+000- Km Jbr. 38+000)*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember
- Pignataro, L.J. 1973. *Traffic Engineering Theory and Practice*. Prentice Hall, Inc. New Jersey. USA.
- Sulistiyono, S. 1998. *Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus: Jalan Tol Surabaya-Gempol, Jawa Timur)*. Prosiding Simposium FSTPT I di ITB, Bandung.
- Setiawan, Andri. 2013. *Inspeksi Keselamatan Jalan Pada Lokasi Rawan Kecelakaan Jalur Pantura Kabupaten Situbondo*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember
- Irvan, Febri. 2014. *Analisis Lokasi Blackspot Pada Jalur Lalu Lintas Lumajang-Malang dan Karakteristik Kecelakaan*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember

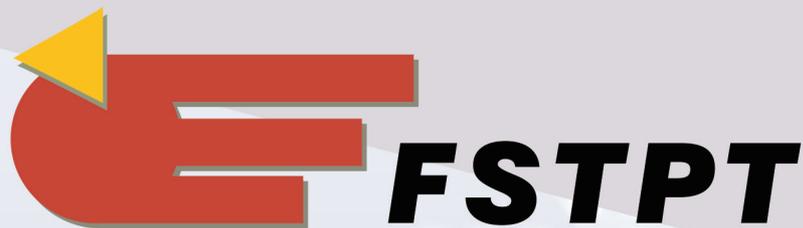




Teknik Sipil  
Universitas Jember



Ditlitabmas Dikti



Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi



PT. TEKNINDO  
GEOSISTEM  
UNGGUL



**SEMEN PUGER**  
*Kokoh & Berkualitas*  
*Bersama Kami Membangun Negeri*



TAMARA  
OVERSEAS  
CORPORINDO



**SENYUM MEDIA**  
Stationery  
Toko Alat Tulis & Kantor Terlengkap dan Murah



Department of Civil Engineering, Jember University  
Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121  
Tlp/fax: +62-331-410241  
Email: fstpt17@unej.ac.id

disponsori oleh:



**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**



**PUSTRAL-UGM**  
Pusat Studi Transportasi dan Logistik

