

Estimasi Potensi Pengurangan Kemacetan Lalu Lintas Jalan Raya Pada Jam Puncak Berbasis Kebutuhan Riil Mobilitas Orang dan Barang

Ibnu Hisyam

Staf Pengajar Jurusan Teknik Industri ITS – Surabaya

E-Mail : ibnuhisyam@gmail.com

Abstrak

Sistem perjalanan dan parkir terpadu (park and ride integrated system-PARIS) merupakan konsep baru dalam sistem pelayanan transportasi yang responsive terhadap permintaan. Konsep ini merupakan sistem transportasi multimoda yang memadukan antara kendaraan pribadi dan kendaraan umum. Ketepatan daerah operasional diupayakan pada konsep ini dengan menempatkan transportasi umum pada daerah pusat kegiatan(DPK) yang ramai dan transportasi pribadi ditempatkan pada bagian lain dari kota yang relative lebih sepi. Tempat parkir kendaraan pribadi dan halte atau terminal angkutan umum menjadi titik temu antara dua moda tersebut. Untuk mendukung konsep itu makalah ini ditujukan untuk mengestimasi potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya jam puncak pada DPK berbasis kebutuhan riil mobilitas orang dan barang dengan penggunaan transportasi umum dengan pangsa pelayanan yang diharapkan. Basis perhitungan aliran lalu lintas bukan pada kendaraan, akan tetapi pada jumlah orang dan berat atau volume barang yang melintas pada jalan raya di DPK yang merupakan kebutuhan riil mobilitas masyarakat. Pengambilan data menggunakan teknik sampling secara acak dalam interval waktu jam puncak dan pada titik-titik pengambilan sample yang representative di seluruh jalan raya DPK. Jam puncak ditetapkan pada hari puncak (Senin dan Jum'at). Dari data yang dikumpulkan distribusi dan parameternya diketahui sehingga potensi pengurangan kemacetannya dapat diketahui dengan tingkat pelayanan sistem transportasi yang diharapkan dan tingkat kepercayaan tertentu. Untuk menghitung jumlah kendaraan yang diperlukan untuk mengangkut orang dan barang pada jam puncak di daerah DPK digunakan simulasi eksperimen statistik dengan pendekatan sistem antrian untuk kedatangan permintaan riil mobilitas. Pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya DPK diukur dari selisih kecepatan ruang rata-rata(km/jam) pada situasi terbaik yang mungkin dari sistem pelayanan PARIS dikurangi kecepatan ruang rata-rata(km/jam) untuk kondisi yang ada. Untuk memastikan berapa besar pangsa penggunaan transportasi umum terlebih dahulu dikembangkan model pilihan moda pada daerah studi yang menjadi bagian dari model simulasi tersebut.

Kata kunci : *sistem perjalanan dan parkir terpadu; transportasi multimoda ; Simulasi Monte Carlo; sistem antrian ; kecepatan ruang rata-rata(km/jam).*

1. PENDAHULUAN

Sistem perjalanan dan parkir terpadu (park and ride integrated system-PARIS) merupakan konsep baru dalam sistem pelayanan transportasi yang responsive terhadap permintaan. Konsep ini merupakan sistem transportasi multimoda yang memadukan antara kendaraan pribadi dan kendaraan umum. Ketepatan daerah

operasional diupayakan pada konsep ini dengan menempatkan transportasi umum pada daerah pusat kegiatan(DPK) yang ramai dan transportasi pribadi ditempatkan pada bagian lain dari kota yang relative lebih sepi. Tempat parkir kendaraan pribadi dan terminal atau halte angkutan umum menjadi titik temu antara dua moda tersebut.

Konvergensi proses perubahan perilaku pelaku perjalanan berulang (komuter) dapat diharapkan lebih pasti ke penggunaan angkutan umum dalam sistem transportasi park and ride. Sebagai pilihan terbaik pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya perkotaan, dari waktu ke waktu kemanfaatan angkutan umum akan semakin dapat dirasakan oleh komuter. Tanggapan nyata yang diharapkan dari perubahan ini adalah peningkatan pangsa penggunaan angkutan umum bagi komuter.

Berkaitan dengan angkutan umum untuk mengurangi kemacetan lalu lintas pada jam puncak, dua jenis kemacetan ditemui sekaligus. Kemacetan tergantung beban (*dependent load*) dan kemacetan bebas beban (*independent load*) ada di persoalan ini. Kemacetan aliran lalu lintas pada jam puncak karena kepadatan kendaraan di jalan raya dialami oleh kendaraan angkutan umum meskipun beban kosong. Terjebaknya kendaraan umum beban kosong pada kemacetan ini memperpanjang waktu tunggu penggunaannya. Kemacetan lain ditemui pada saat pelaku perjalanan tidak mendapatkan tempat duduk di angkutan umum. Hal ini juga menambah waktu tunggu perjalanan penggunaan angkutan umum. Kemacetan lalu lintas pada angkutan umum beban penuh akan memperpanjang waktu perjalanan di kendaraan. Lamanya waktu tunggu dan waktu di kendaraan umum ini dalam jangka panjang akan mengurangi pangsa dan meningkatkan potensi terjadinya kemacetan bebas beban atau tergantung beban lebih parah.

Dalam sistem transportasi parkir dan jalan, makalah ini ditujukan untuk membahas suatu cara mengestimasi potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak berbasis kebutuhan riil mobilitas orang dan barang. Kebutuhan perpindahan dari masyarakat tidak dapat diwakili secara langsung dari mobilitas kendaraan pada jam puncak. Pada jam puncak ini kebutuhan mobilitas sebenarnya adalah terjadinya perpindahan barang dan orang dari tempat asal ke tujuan dalam batasan waktu. Pekerja perlu berpindah dari rumah ke tempat kerja pada jam tertentu, berangkat jam 7 sampai jam 8 pagi -misalnya. Demikian juga pemilik barang dan pelaku perjalanan yang lain. Potensi pengurangan kemacetan pada jam puncak dapat diestimasi dari bertambahnya kecepatan ruang rata-rata kendaraan karena berkurang kepadatannya di jalan raya dengan penerapan sistem transportasi alternative tanpa mengurangi volume perpindahan riilnya.

Setelah pendahuluan ini akan dilanjutkan uraian mengenai pernyataan masalah untuk mempertegas persoalan yang akan dipecahkan kemudian kerangka teori yang akan digunakan untuk dasar pengembangan metodologi. Pada metodologi akan dijelaskan tentang cara mengestimasi potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak berdasarkan kebutuhan riil mobilitas orang dan barang dari masyarakat. Cara ini mencakup data-data yang dibutuhkan dan proses mendapatkannya dan metoda pemecahan masalah yang akan digunakan. Untuk memperjelas metoda yang dikembangkan setelah metodologi akan diberikan contoh numerik penerapan metoda estimasi yang dihasilkan. Di akhir pembahasan akan diberikan bberapa kesimpulan.

2. PERNYATAAN MASALAH

Potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak dapat diketahui dari dua variable. Pertama, tingkat kemacetan lalu lintas jalan raya jam puncak minimal yang mungkin dicapai dengan sistem transportasi usulan. Kedua,

modus tingkat kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak dari sistem pelayanan transportasi yang ada. Besarnya potensi itu dapat dihitung dari selisih variable pertama dan variabel kedua. Untuk kepentingan ini, permasalahan yang dihadapi adalah :

1. Bagaimana deskripsi sistem transportasi jalan raya yang ada?
2. Bagaimana distribusi tingkat kemacetan jalan raya pada jam puncak dari sistem transportasi yang ada?
3. Bagaimana deskripsi sistem transportasi usulan yang dikembangkan berdasarkan pemenuhan kebutuhan riil mobilitas orang dan barang dengan kemungkinan kemacetan jalan raya terendah?
4. Bagaimana memperkirakan distribusi kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak dalam sistem transportasi usulan?
5. Berapa nilai perkiraan potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak dengan sistem pelayanan transportasi usulan?

3. KERANGKA TEORI

Kerangka teori yang diperlukan untuk menyelesaikan persoalan diatas meliputi pemilihan moda komuter, kemacetan jalan raya, dan kapasitas jalan raya untuk mengetahui pengaruh pengurangan kepadatan lalu lintas terhadap kecepatan ruangan dari kendaraan yang melintas.

3.1 Pemilihan Moda Komuter: Antara Tansportasi Umum dan Kendaraan Pribadi.

Di negara maju yang dimaksud dengan kendaraan pribadi pada umumnya adalah mobil pribadi. Untuk kondisi Indonesia, yang dimaksud kendaraan pribadi ini dapat sepeda motor, mobil, atau sepeda tanpa motor. Pada tulisan ini kendaraan pribadi dibatasi mobil penumpang dan sepeda motor.

Perspektif efisiensi transportasi yang digunakan disini adalah perspektif ekonomi (Levinson, 2004) dengan mobilitas, produktivitas, dan aksesibilitas sebagai suatu yang given. Pemilihan moda dalam perspektif ekonomi ini didasarkan pada surplus konsumen yang dapat diketahui dengan fungsi utilitas. Fungsi utilitas ini merepresentasikan urutan preferensi konsumen. Utilitas dari suatu moda transportasi dalam batasan konsumsi : kendaraan pribadi, bus, kereta api, dan sebagainya (Wilson, 2006). Fungsi utilitas pilihan bus (misalnya) diperlihatkan pada persamaan (1)

$$U_{bus} = \beta_0 + \beta_1 WT_{bus} + \beta_2 TT_{bus} + \beta_3 C_{bus} \quad (1)$$

Keterangan :

- WT_{bus} : waktu di luar kendaraan (menit)
- TT_{bus} : waktu perjalanan di kendaraan (menit)
- C_{bus} : total biaya trip (dollar)

Parameter β mencerminkan selera, dan bervariasi menurut pendidikan, gender, maksud perjalanan, dan sebagainya. Menurut Manheim (1979), β_1 untuk variabel WT_{bus} dibagi jarak perjalanan dan β_3 untuk C_{bus} dibagi dengan pendapatan rumah tangga konsumen bersangkutan per tahun. Dengan memisalkan jarak perjalanan adalah d dan pendapatan per tahun y , persamaan (1) menjadi persamaan (2). Persamaan (3) untuk fungsi utilitas penggunaan kendaraan pribadi. Dengan kedua

fungsi utilitas ini kemungkinan komuter dari kelompok penghasilan y memilih transportasi umum diperlihatkan pada persamaan (4).

$$U_{bus} = \beta_0 + \beta_1 WT_{bus} / d + \beta_2 TT_{bus} + \beta_3 C_{bus} / y \quad (2)$$

$$U_{pri} = \beta_0 + \beta_1 WT_{pri} / d + \beta_2 TT_{pri} + \beta_3 C_{pri} / y \quad (3)$$

$$p_{bus} = \frac{e^{U_{bus}}}{e^{U_{bus}} + e^{U_{pri}}} = \frac{1}{1 + e^{U_{pri} - U_{bus}}} \quad (4)$$

Pilihan alternatif dapat kontinyu atau diskrit. Pilihan kontinyu dapat menghasilkan solusi kombinasi antara alternatif. Pilihan diskrit bersifat *mutually exclusive*. Analisis pilihan diskrit mengikuti metoda untuk pemilihan antara alternatif secara diskrit. Komponen-komponen keputusannya meliputi pengambil keputusan dan karakteristik sosial ekonominya, alternatif dan atributnya. Pilihan moda komuter, misalnya, pengambil keputusan : pekerja /pelajar; karakteristik : income, umur; alternatif : kendaraan pribadi dan transportasi umum (bus); dan atribut : biaya perjalanan dan waktu di kendaraan.

Pilihan konsumen akan tergantung pada alternatif yang memaksimumkan utilitas pada batas incomenya. Jika U (transportasi umum) $>$ U (kendaraan pribadi) \rightarrow pilih transportasi umum. Akan tetapi jika U (kendaraan pribadi) $>$ U (transportasi umum) \rightarrow pilih kendaraan pribadi.

Pengembangan fungsi utilitas digunakan pendekatan atribut. U (Transportasi umum) = U (waktu jalan kaki, waktu di kendaraan, waktu menunggu, tarif per km-penumpang, dan sebagainya). U (kendaraan pribadi) = U (waktu perjalanan, biaya parkir, dan sebagainya). Dengan anggapan linier, U (transportasi umum) = $\beta_1 x$ (waktu jalan kaki) + $\beta_2 x$ (waktu di kendaraan) + Parameter yang memperlihatkan selera dilibatkan rasio tarif terhadap income (seperti persamaan (2)). Untuk mengakomodasi variabel-variabel yang belum diketahui ditambahkan parameter β_0 .

Untuk dapat menetapkan secara kuantitatif seberapa besar perbaikan atribut pelayanan untuk peningkatan pangsa pelayanan yang diinginkan diperlukan model hubungan antara besarnya pangsa pasar dan atribut-atribut pelayanan transportasi umum. Model ini dapat dikembangkan dari persamaan (2) sampai dengan (4) dengan terlebih dahulu mengkalibrasi dengan data yang dikumpulkan untuk mendapatkan nilai-nilai parameter yang diperlukan.

Yang mungkin dilakukan untuk mendapatkan data ini adalah wawancara dengan atau pengisian quesioner oleh komuter. Data yang perlu didapatkan adalah : personal yang diwawancarai seperti umur, tempat tinggal, dan *income* per tahun ; atribut pelayanan moda yang dipilih seperti : waktu berjalan untuk akses, waktu tunggu transfer, waktu di kendaraan, waktu ber jalan ke tempat tujuan, jarak asal-tujuan, dan ongkos untuk sekali jalan. Dengan jumlah data yang memadai perhitungan parameter model dapat dilakukan. Dengan adanya parameter tersebut model yang dicari sudah didapatkan.

Model yang dihasilkan merupakan model probabilistik statik. Hal ini kurang mencerminkan dunia nyata. Besarnya pangsa pelayanan yang terungkap dari model tidak simultan dengan nilai atribut pelayanan yang diterima konsumen. Probabilitas pilihan modanya tertinggal satu perioda keputusan. Untuk menjadi simultan kondisi

statik diubah menjadi dinamik (Hisyam,2009). Dengan perubahan ini membawa konsekuensi pada perubahan persamaan (4) menjadi persamaan (5).

$$p_{bus(t)} = p_{bus(t-1)} + \Delta p_{bus(t-1)} \times t$$

$$p_{bus(t)} = p_{bus(t-1)} \times \{ 1 + F \times t \} \quad (5)$$

keterangan :

F : kecepatan perubahan pangsa pelayanan transportasi umum t-1 yang dinyatakan dalam proporsi setiap t.

$$p_{bus(t-1)} : \frac{1}{1 + e^{U_{pri(t-1)} - U_{bus(t-1)}}}$$

Nilai satu satuan t untuk kenaikan dan penurunan nilai $p_{bus(t)}$ berbeda. Nilai $p_{bus(t)}$ naik karena pengguna transportasi pribadi berpindah ke transportasi umum. Periode ini akan lebih pendek dibandingkan perpindahan pengguna transportasi umum ke transportasi pribadi. Hambatan perpindahan konsumen komuter transportasi pribadi ke transportasi umum lebih banyak pada preferensinya terhadap kualitas pelayanan transportasi umum relatif terhadap atribut transportasi pribadi.

3.2 KEMACETAN LALU LINTAS

Menggunakan teori antrian, bila tingkat kedatangan dan pelayanan terdistribusi secara random, ada suatu kemungkinan tertentu yang suatu unit kedatangan akan menunggu sebelum mendapatkan pelayanan, dalam hal ini melintas pada suatu ruas jalan. Sebagai suatu hasil standar teori antrian, ekspektasi atau rata-rata delay t_D untuk satu jalur adalah :

$$t_D = \frac{1}{\mu} \frac{1}{(\mu/\lambda) - 1} = \frac{1}{\mu} \frac{\lambda/\mu}{1 - (\lambda/\mu)} \quad (6)$$

Dengan rata-rata waktu pelayanan tanpa kemacetan adalah $t_p = 1/\mu$, waktu proses total rata-rata adalah :

$$t_r = t_p + t_D = \frac{1}{\mu} \left(1 + \frac{\lambda/\mu}{1 - (\lambda/\mu)} \right) \quad (7)$$

dan

$$\frac{tr}{tp} = 1 + \frac{tD}{tp} = 1 + \frac{\lambda/\mu}{1 - (\lambda/\mu)} = 1 + \frac{\rho}{1 - \rho} \quad (8)$$

Dengan $\rho = \lambda/\mu$, μ kecepatan pelayanan (jumlah kendaraan melintas per satuan waktu) , dan λ kecepatan kedatangan (jumlah kedatangan kendaraan per satuan waktu) (Manheim,1979).

Model yang lebih umum dari (8) adalah persamaan (9). Nilai parameter J dapat diturunkan secara teoritis atau empiris. Untuk kasus distribusi waktu kedatangan Poisson dan waktu pelayanan terdistribusi Erlang , nilai J sama dengan persamaan (10) sehingga waktu waktu tunggu menjadi persamaan (11).

$$\frac{tr}{tp} = 1 + J \frac{\rho}{1 - \rho} \quad (9)$$

$$J = \frac{k + 1}{2k}, \quad (10)$$

Sehingga

$$t_D = t_p J \frac{\rho}{1 - \rho} = t_p \frac{k + 1}{2k} \frac{\rho}{1 - \rho} \quad (11)$$

3.3 Kapasitas Jalan Raya

Untuk kepentingan pergerakannya sendiri, paling penting diperhatikan adalah kapasitas dari jalan. Salah satu definisi kapasitas jalan adalah aliran kendaraan/orang yang menghasilkan kecepatan perjalanan minimum yang dapat diterima dan juga sebagai volume lalu lintas maksimum untuk kondisi aliran bebas yang nyaman (Salter 1990, h.89). tingkat pelayanan untuk jalan ini diklasifikasikan menurut berbagai kondisi arus lalu lintasnya. Range variasi kondisi itu, level tertinggi, dimana aliran yang pengemudi dapat berkendara pada kecepatan yang diinginkan dengan kebebasan bermanufer. Tingkat pelayanan terendah, dalam kondisi berhenti-jalan selama macet.

Hubungan tipikal antara arus lalu lintas, kecepatan (ruang), dan kerapatan dapat diperlihatkan seperti persamaan (12).

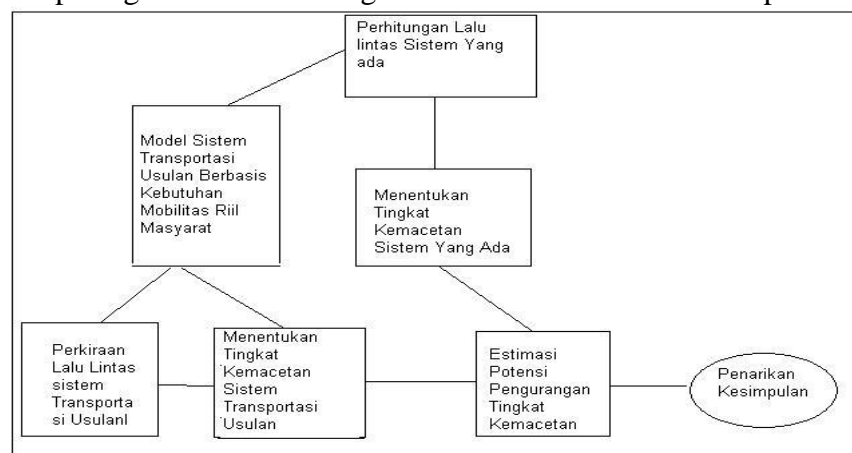
$$V_s = \bar{V}_f - \left(\frac{\bar{V}_f}{D_j} \right) D \quad (12)$$

Keterangan : V_s : kecepatan rata-rata ruang,

\bar{V}_f : kecepatan untuk bebas manufer, dan D : kerapatan lalu lintas pada saat macet

4.METODOLOGI

Metodologi ini disusun untuk menjawab persoalan yang dinyatakan sebelumnya mengikuti prinsip dan rumusan dalam kerangka teori. Peta aliran dari metodologi ini diperlihatkan pada gambar 2. Perhitungan aliran lalu lintas dilakukan pada ruas jalan



Gambar 2 : Peta aliran langkah-langkah estimasi pengurangan kemacetan jalan raya berdasarkan kebutuhan riil mobilitas masyarakat.

yang merupakan tempat terjadinya botol leher aliran lalu lintas jalan raya. Cordon area studi ditentukan pada kedudukan pergerakan yang stabil pada ruas jalan tersebut. Pemilihan tempat seperti ini dimaksudkan untuk menghilangkan pengaruh percepatan dan perlambatan sehingga data yang diperoleh dapat mencerminkan situasi sebenarnya ruas jalan tersebut.

Data yang dicatat untuk perhitungan lalu lintas (*traffic counting*) meliputi 1.jumlah kendaraan menurut jenis yang masuk pada titik pengamatan setiap interval waktu pengamatan, 2. waktu mencapai titik awal ruas jalan pengamatan, 3.waktu meninggalkan titik akhir pengamatan(kendaraan yang sama), 4. jumlah orang memasuki ruas jalan pengamatan dalam setiap interval waktu pengamatan, 5.jumlah kendaraan umum yang memasuki ruas jalan pengamatan menurut jenis, 6.jumlah kendaraan pribadi memasuki ruas jalan pengamatan, 7.jumlah kendaraan barang memasuki ruas jalan pengamatan, dan 8. tingkat pengisian setiap kendaraan pengangkut orang. Jumlah orang yang dibutuhkan dalam pengamatan ini minimal 6 orang (1 untuk mendapatkan data 1, 1 untuk data 2 dan 3, 1 untuk data 4, 1 untuk pencatatan data 5, 1 untuk pencatatan data 5 dan 7, dan 1 untuk mendapatkan data 8. Waktu pencatatan pada jam puncak (pagi jam 6³⁰ – 8³⁰ dan sore jam 16³⁰-18³⁰) .Interval waktu pengamatan ditentukan secara acak dengan tetap mempertimbangkan kelayakan operasionalnya. Panjang ruas jalan pengamatan ditentukan 100 m.

Ukuran tingkat kemacetan digunakan kecepatan ruang dari kendaraan yang melintas pada ruas jalan pengamatan pada situasi steady state. Untuk menghitung besar kecepatan ruang dari kendaraan digunakan persamaan (12) setelah dilakukan pengolahan data yang berhasil dikumpulkan. Karena yang digunakan adalah nilai modus dari kecepatan, pengukuran ini diarahkan untuk mendapatkan distribusi nilai yang ditemukan dalam pengamatan.

Model sistem transportasi yang baru diperlihatkan oleh dominansi penggunaan transportasi umum pada daerah pusat kegiatan. Pilihan penggunaan transportasi umum pada sistem park and ride dihadapkan kepada pengguna kendaraan pribadi pada lokasi parkir mendekati DPK. Berapa besar kemungkinan dominansi tersebut dapat dicapai tergantung dari keberanian menjamin ketiadaan kemacetan fasilitas transportasi umum. Pada model sistem transportasi ini akan disimulasikan untuk situasi tidak ada kemacetan fasilitas. Setiap kedatangan permintaan jasa angkutan umum dikondisikan selalu ada kursi kosong. Dengan demikian headway ditempat pemberangkatan akan bersifat dinamis menyesuaikan dengan standar pelayanan. Besarnya pangsa penggunaan transportasi umum diturunkan dari kualitas pelayanan yang diberikan. Berdasarkan kebutuhan riil mobilitas, kedatangan permintaan didefinisikan dengan kedatangan orang atau barang memasuki daerah pelayanan. Jumlah kendaraan yang beroperasi dalam jaringan tergantung dari kebutuhan riil mobilitas tersebut.

Seperti halnya pengukuran untuk sistem yang ada, sistem transportasi usulan juga dicari nilai distribusi kecepatan selama waktu pengamatan. Sistem baru didapatkan dari situasi pelayanan baru. Pengurangan kemacetan lalu lintas yang dapat dicapai diperkirakan dengan menggunakan model simulasi komputer.

Karena yang diestimasi adalah besarnya potensi pengurangan tingkat kemacetan, nilai variable kecepatan yang diukur dipilih yang menghasilkan selisih terbesar dari kemacetan terparah yang ditemui pada sistem yang lama dan tingkat kemacetan terendah pada sistem yang baru.

5. APLIKASI NUMERIK

Aplikasi numeric untuk pemilihan moda logit biner dinamik dapat dilihat di Hisyam,2008. Tabel 1 memperlihatkan hasil perhitungan arus lalu lintas di suatu ruas jalan yang menjadi botol leher aliran lalu lintas pada jam puncak (pagi hari). Tabel 2 merupakan hasil simulasi sistem baru yang mengutamakan penggunaan transportasi umum bus. Pada sistem baru yang tidak mengurangi kapasitas jaringan dapat

Tabel 1 : Hasil Perhitungan Lalu Lintas

Jam	Bus	Mbus	Izusu	Bemo	Mniaga	Mktr	SPDM	MBRG	JSMP
630-635	1	1	1	2	5	14	30	2	44
635-640		2			10	12	25		41
640-645	1	1	1	1	20	12	35		62.5
645-650		1	1		5	13	40		40
650-655	2	1			5	11	34		38.1
655-700		2	1	1	3	10	36		35.4
700-705	1	2			6	5	32		32.8
705-710		1	1		7	2	30		28
710-715	1	1		1	12	4	25		37
715-720			2		12	8	20	3	41.5
720-725	2	1		1	15	8	19		45.1
725-730		2	1		2	11	30	1	33
730-735	1	2		1	8	12	23		40.2
735-740	1	1	2		5	13	29		39.1
740-745	1	1	1	1	8	12	34		44.1
745-750		1			10	12	40		45
750-755	1		1	1	12	12	38		49.7
755-800	1				12	14	24	2	46.6
800-805	2	1	1	1	15	11	40		58
805-810	2	2			8	10	25	3	44.5
810-815		1	1	1	13	12	34	4	55.6
815-820	1				14	13	35		50
820-825	1	1	2	1	15	13	20		51.5
825-830	1	1	1	1	20	13	24		59.1

Sumber : Survey Penulis,2011.

mengurangi kepadatan lalu lintas jalan raya. Rata-rata kedatangan kendaraan dalam satuan mobil penumpang 44.24 smp per 5 menit untuk sistem lama menjadi tinggal 24.94 smp dalam 5 menit untuk sistem baru. Kecepatan rata-rata jam puncak pada waktu pengamatan 16 km/jam. Untuk sistem yang lama kerapatan lalu lintasnya dapat diperkirakan dengan membagi Q dengan V_s . Untuk waktu 1 jam. $Q = 44,24 \times 12 = 530,9$ smp/jam. Adanya kecepatan rata-rata 16 km/jam berarti kerapatan lalu lintasnya adalah 33.18 smp/km. Pada tingkat pelayanan jaringan yang ada, kecepatan bebasnya 74 km/jam. Dengan data-data ini kecepatan sistem yang baru dapat diperkirakan menggunakan persamaan (12). Hasil perhitungannya adalah sebesar 35.67 km/jam.

Tabel 2: Perkiraan arus lalu lintas menurut kebutuhan riil pergerakan

Jam	T					
	J.orang	Mpribadi(jiwa)	umum(jiwa)	Mpribadi	Bus	JSMP
630-635	181	54.3	127	21.72	3	27.72
635-640	132	39.6	92	15.84	2	19.84
640-645	222	66.6	156	26.64	3	32.64
645-650	133	39.9	94	15.96	2	19.96
650-655	198	59.4	39	23.76	1	25.76
655-700	143	42.9	101	17.16	2	21.16
700-705	161	48.3	123	19.32	2	23.32

705-710	102	30.6	72	12.24	2	16.24
710-715	155	46.5	109	18.6	2	22.6
715-720	106	31.8	75	12.72	1	14.72
720-725	208	62.4	146	24.96	3	30.96
725-730	125	37.5	88	15	2	19
730-735	176	52.8	124	21.12	2	25.12
735-740	174	52.2	123	20.88	3	26.88
740-745	184	55.2	129	22.08	2	26.08
745-750	134	40.2	94	16.08	2	20.08
750-755	182	54.6	128	21.84	3	27.84
755-800	145	43.5	102	17.4	2	21.4
800-805	257	77.1	178	30.84	3	36.84
805-810	212	63.6	149	25.44	3	31.44
810-815	154	46.2	108	18.48	3	24.48
815-820	166	49.8	117	19.92	2	23.92
820-825	198	59.4	139	23.76	3	29.76
825-830	207	62.1	145	24.84	3	30.84

Sumber: Pengolahan,2011.

6. KESIMPULAN

Dari uraian di depan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari struktur model pilihan moda transportasi logit biner, pilihan pelaku perjalanan tidak bersifat mutlak. Moda transportasi yang memberikan kepuasan lebih besar dalam memenuhi kebutuhan mobilitasnya berpeluang lebih besar dipilih sebagai moda transport.
- Adanya sistem pelayanan baru transportasi Park and Ride memberi peluang lebih luas kepada transportasi umum berperan besar dalam transportasi kota pada daerah pusat-pusat kegiatan yang ramai dengan nilai ruang yang sangat tinggi.
- Perhitungan arus lalu lintas ditambah dengan pengukuran kecepatan ruang kendaraan yang melintas dapat digunakan untuk mengestimasi potensi pengurangan kemacetan lalu lintas jalan raya pada jam puncak.
- Masalah transportasi saling memiliki keterkaitan yang kuat sehingga masalah yang menjadi induk dari persoalan dapat dipecahkan terlebih dahulu, masalah cabang-cabangnya menjadi lebih mudah dipecahkan atau bahkan selesai dengan sendirinya. Kemacetan fasilitas, misalnya. Karena jumlah kendaraan yang memberi pelayanan tidak mencukupi kebutuhan mobilitas sehingga waktu tunggu menjadi lebih panjang. Waktu tunggu yang panjang mendorong pelaku perjalanan menggunakan kendaraan pribadi yang membawa akibat meningkatnya kerapatan kendaraan di jalan raya.
- Perubahan sistem transportasi jalan raya perkotaan dengan mengutamakan transportasi umum yang tetap memperhitungkan kebutuhan riil mobilitas masyarakatnya memiliki potensi besar dalam pengurangan kemacetan lalu lintas. Dari contoh perhitungan potensi itu bias mencapai 100%.

7. REFERENSI

Anonymous, Managing Urban Traffic Congestion, summary documents, **European Conference of Ministers of Transport**, OECD,2004

Hisyam,Ibnu, Penentuan Kebijakan Pelayanan Transportasi Umum Pengumpan Bus Jalur Coridor Untuk Komuter Perkotaan, **Proceeding Seminar Nasional Teknologi Simulasi IV**, Lab.Simulasi dan Komputasi UGM, Yogyakarta, 2008.

Levinson, David, 2003. Perspective on efficiency in transportation, **International Journal of Transport Management 1(2003) 145-155.**

Lozano,A. et. Al, An algorithm for the recognition of levels of congestion in road traffic problems, **Mathematics and Computers in Simulation 79 (2009) 1926-1934.**

Manheim, M.L, 1979. **Fundamentals of Transportation System Analysis Volume 1 : Basic Concepts**, The MIT Press, Massachusetts

Shen, Wei and Zhang, HM, Pareto-improving ramp metering strategies for reducing congestion in the morning commute, **Transportation Research Part A44(2010)676-696**, Elsevier Ltd.

Wilson, NHM, 2006 Modeling/Equilibrium/Demand, **Material Courses of Introduction to Transportation Systems** ,MIT, falls,2006.

. Velechovsky, Kampf, Velechovsky, Milan, Transportation System Alternatives, **Number III, Volume VI, July 2011.**