



# PROSIDING

**SEMIRATA 2014**

**Bidang MIPA BKS-PTN-Barat**

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

**BUKU 1**

# MATEMATIKA

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9



2014  
**Semirata**  
Bidang MIPA

ISBN : 978-602-70491-0-9

# PROSIDING

**Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014**

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor**

**SEMIRATA** | Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

---

Copyright© 2014  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei 2014  
Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680  
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708  
<http://fmipa.ipb.ac.id>  
Terbit Oktober, 2014  
xiii + 662 halaman  
ISBN: 978-602-70491-0-9

Editor dan Reviewer

## PROSIDING

### Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

#### Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

#### Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

#### Reviewer

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Berlian Setiawaty, MS
- Dr.Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA
- Dr. Paian Sianturi
- Prof.Dr.Ir. I Wayan Mangku, M.Sc
- Dr. Toni Bakhtiar, M.Sc
- Dr. Jaharuddin, MS
- Dr.Ir. Hadi Sumarno, MS

## KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: *"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan"*.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk *Prosiding*. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma'af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014  
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr.Ir. Sri Nurdianti, MSc.  
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya Supena  
Ketua Panitia Pelaksana

KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS MAHASISWA PADA MATA KULIAH KALKULUS PEUBAH BANYAK Yerizon.....	371
ANALISIS PENGETAHUAN METAKOGNITIF SISWA TIPE KEPRIBADIAN PHLEGMATIS DALAM MENYELESAIKAN SOAL MATERI LIMIT FUNGSI ALJABAR DI KELAS XI IPA SMA ISLAM ALFALAH KOTA JAMBI Dewi Iriani, Marni Zulyanty .....	377
ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA TIPE EKSTROVERT PADA MATERI FAKTORISASI SUKU ALJABAR DI KELAS VIII SMP Nizlel Huda, Lily Wahyuni Novika.....	384
ANALISIS MISKONSEPSI SISWA TIPE KOLERIS DALAM PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA PADA MATERI ALJABAR SISWA KELAS VIII SMP Yunidar, Roseli Theis .....	392
KONTRIBUSI KEGIATAN LESSON STUDY MATEMATIKA DALAM IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 DAN PENDIDIKAN BERBASIS KARAKTER Armiati.....	400
PERANCANGAN PROTOTIPE AWAL BUKU KERJA KALKULUS BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING Zulfaneti, Rina Febriana .....	408
PENGEMBANGAN TUGAS MATEMATIKA SEBAGAI ALAT UKUR PENALARAN DAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA SEKOLAH MENENGAH ATAS Mukhtar, Muliawan Firdaus .....	416
MODEL REGRESI POISSON TERGENERALISASI DENGAN STUDI KASUS KECELAKAAN KENDARAAN BERMOTOR DI LALU LINTAS Irwan, Devni Prima Sari.....	423
KORELASI BEBERAPA ASPEK PROGRAM KELUARGA BERENCANA DI PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT KELURAHAN SUKAMERINDU KOTA BENGKULU Syahrui Akbar .....	434
PENGARUH PEMBELAJARAN <i>CONNECTING, ORGANIZING, REFLECTING, EXTENDING (CORE)</i> TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS X SMAN 9 PADANG TAHUN PEMBELAJARAN 2013/2014 Jazwinarti, Suherman, Fadhilah Al Humaira.....	437
ESTIMASI TINGKAT KEMATIAN BAYI DAN HARAPAN HIDUP BAYI PROVINSI JAWA BARAT 2010 DENGAN MENGGUNAKAN METODE BRASS Ahmad Iqbal Baqi .....	446
PERANCANGAN MODEL ZONA TARIF BRT TRANS MUSI ZONE TARIFF DESIGN MODEL OF BRT TRANS MUSI A qilah Zainab, Sisca Octarina dan Putra BJ Bangun .....	452
SOLUSI POLINOMIAL PERSAMAAN DIFERENSIAL HERMIT YANG DIPERUMUM	

## PERANCANGAN MODEL ZONA TARIF BRT TRANS MUSI DESIGN MODEL OF BRT TRANS MUSI

A qilah Zainab<sup>1\*</sup>, Sisca Octarina<sup>2</sup> dan Putra BJ Bangun<sup>3</sup>

Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya<sup>1\*</sup>

e-mail: q\_lha\_shahab@yahoo.co.id

Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya<sup>2,3</sup>

### ABSTRACT

Bus Rapid Transit (BRT) Trans Musi is using a unit tariff system or the same cost for the trip. The system tariff is annoying for the respective customers. This study aims to obtain a model of zone tariff for corridors that operate in Palembang. Based on results and analysis, the model of zone tariff for BRT Trans Musi is minimum  $c(0) \in \{(0,7633x_3 + 0,2367x_1), x_2, (0,26808x_1 + 0,492x_2 + 0,23664x_3)\}$  for the trip in one zone, minimum  $c(1) \in \{(0,6491x_4 + 0,3509x_2), x_2, (0,14454x_1 + 0,44964x_2 + 0,2979x_3 + 0,05958x_4)\}$  for the trip which passes one zone, minimum  $c(2) \in \{(0,679x_4 + 0,3210x_2), x_3, (0,0236x_1 + 0,3068x_2 + 0,408x_3 + 0,278x_4)\}$  for the trip which passes two zones.

*Keywords: Model, Unit Tariff, Zone Tariff*

### ABSTRAK

*Bus Rapid Transit (BRT) Trans Musi menggunakan sistem tarif tetap atau tarif yang sama untuk setiap perjalanannya. Sistem tarif ini dianggap kurang adil bagi sebagian penumpang. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model zona tarif untuk koridor-koridor yang beroperasi di kota Palembang. Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh model zona tarif BRT Trans Musi untuk perjalanan satu zona, dua zona dan lebih dari dua zona. [bagian yang mengandung persamaan ini disarankan untuk tidak dicantumkan dalam abstrak; adalah minimum  $c(0) \in \{(0,7633x_3 + 0,2367x_1), x_2, (0,26808x_1 + 0,492x_2 + 0,23664x_3)\}$  untuk perjalanan dalam satu zona, minimum  $c(1) \in \{(0,6491x_4 + 0,3509x_2), x_2, (0,14454x_1 + 0,44964x_2 + 0,2979x_3 + 0,05958x_4)\}$  untuk perjalanan yang melewati satu zona, minimum  $c(2) \in \{(0,679x_4 + 0,3210x_2), x_3, (0,0236x_1 + 0,3068x_2 + 0,408x_3 + 0,278x_4)\}$  untuk perjalanan yang melewati dua zona].*

**Kata Kunci:** Model, Sistem Tarif Tetap, Zona Tarif

### PENDAHULUAN

Bus merupakan alat transportasi massal yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Namun, keberadaan bus seringkali tidak menarik minat masyarakat untuk menggunakannya. Hal ini cenderung diakibatkan oleh pelayanannya yang tidak memuaskan, tidak nyaman dan tidak aman. Bus dapat menjadi suatu alternatif transportasi terjangkau di kota-kota yang padat penduduknya. Tujuan dari pengembangan bus di kota-kota di Indonesia yaitu untuk mengurangi penggunaan angkutan pribadi dengan angkutan massal yang cepat, berkualitas tinggi, aman, efisiensi dan murah.

Pemerintah Kota Palembang telah memfasilitasi masyarakatnya dengan sarana transportasi umum yaitu *Bus Rapid Transit (BRT) Trans Musi*. BRT Trans Musi memiliki 6 koridor, yaitu Koridor I Terminal Alang-alang Lebar – Ampera, Koridor II PIM – Sako, Koridor III Plaju – PS Mall, Koridor IV Terminal Karyajaya – Jakabaring, Koridor V Terminal Alang-Alang Lebar – Bandara Sultan Mahmud Badaruddin (SMB), dan Koridor VI PUSRI – PS Mall. Selain itu, terdapat pula aglomerasi Terminal Karyajaya – Inderalaya



(OI), aglomerasi Terminal Alang-Alang Lebar – Pangkalan Balai (Banyuasin), dan angkutan khusus Unsri Palembang – Unsri Inderalaya.

BRT Trans Musi menggunakan sistem tarif tetap, penumpang membayar tarif yang sama untuk setiap perjalanannya. Sistem ini cukup transparan dan mudah untuk dimengerti oleh para penumpang [1]. Selain itu, sistem ini juga memudahkan perusahaan untuk menentukan tarif yang harus dibayarkan oleh penumpang, akan tetapi tarif ini dianggap kurang adil bagi sebagian penumpang karena penumpang yang melakukan perjalanan jarak dekat diharuskan membayar tarif yang sama dengan penumpang lain yang melakukan perjalanan jauh.

Terdapat tiga buah sistem tarif yang sering digunakan oleh perusahaan transportasi umum, yaitu sistem tarif berdasarkan jarak, sistem tarif tetap, dan sistem tarif berdasarkan zona [1]. Schobel (2005) mengatakan beberapa kota di luar Indonesia seperti San Francisco di California, Saarland di Jerman dan Singapura telah menggunakan sistem tarif berdasarkan zona yang merupakan gabungan dari sistem tarif berdasarkan jarak dengan sistem tarif tetap.

Penelitian terdahulu [2], [3], [4] dan [5] berkaitan dengan permasalahan BRT Trans Musi telah banyak dilakukan, Kajian tentang zona transportasi telah dilakukan [6] dan [7]. Berdasarkan permasalahan yang ada, dilakukan perancangan model zona tarif BRT Trans Musi yaitu jaringan transportasi yang lengkap dibagi ke dalam zona-zona kemudian dimodelkan ke dalam zona tarif.

## METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pendeskripsian data berupa data nama-nama koridor, nama halte awal dan akhir setiap koridor, nama halte transit yang beroperasi di kota Palembang dan data nama koridor yang melewati halte transit.
- Merancang zona berdasarkan data yang diperoleh. Zona dibagi menjadi 3 berdasarkan halte transit utama yaitu halte transit Simpang Polda, halte transit Masjid Agung, dan halte transit Jakabaring.
- Membuat pemodelan zona tarif BRT Trans Musi, dengan:

- Jumlah zona ( $p$ ) yang dilalui pada setiap koridor.
- Membentuk matriks zona berdasarkan jumlah zona yang dilewati. Entri matriks bernilai 0 jika perjalanan yang dilakukan dalam satu zona, bernilai 1 jika perjalanan yang dilakukan melewati satu zona, dan bernilai 2 jika perjalanan yang dilakukan melewati dua zona.
- Menghitung jarak perjalanan yang dilakukan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$ .
- Menghitung nilai  $c_{maks}^*(p)$  menggunakan:

$$z_{ij} = c_{maks}^*(p) = \max_{n_{ij}=p} \sum_{v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j} d_{ij} - \frac{z^*(p)}{W_{ij}}$$

$$\text{dengan } z^*(p) = \max_{\substack{v_{i1}, v_{j1}, v_{i2}, v_{j2} \in V, \\ n_{v_{i1}v_{j1}} = n_{v_{i2}v_{j2}} = p}} \frac{W_{i_1j_1} W_{i_2j_2}}{W_{i_1j_1} + W_{i_2j_2}} (d_{i_1j_1} - d_{i_2j_2}) \quad (1)$$

- Menghitung nilai  $c_1^*(p)$  menggunakan:

$$z_{ij} = c_1^*(p) = \text{median} \left\{ \underbrace{d_{ij}, d_{ij}, \dots, d_{ij}}_{w_{ij} \text{ kali}}; v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j, n_{ij} = p \right\}$$

$$\text{dengan } n_{ij} \text{ merupakan jumlah zona yang dilalui dari halte } v_i \text{ ke halte } v_j. \quad (2)$$

(OI), aglomerasi Terminal Alang-Alang Lebar – Pangkalan Balai (Banyuasin), dan angkutan khusus Unsri Palembang – Unsri Inderalaya.

BRT Trans Musi menggunakan sistem tarif tetap, penumpang membayar tarif yang sama untuk setiap perjalanannya. Sistem ini cukup transparan dan mudah untuk dimengerti oleh para penumpang [1]. Selain itu, sistem ini juga memudahkan perusahaan untuk menentukan tarif yang harus dibayarkan oleh penumpang, akan tetapi tarif ini dianggap kurang adil bagi sebagian penumpang karena penumpang yang melakukan perjalanan jarak dekat diharuskan membayar tarif yang sama dengan penumpang lain yang melakukan perjalanan jauh.

Terdapat tiga buah sistem tarif yang sering digunakan oleh perusahaan transportasi umum, yaitu sistem tarif berdasarkan jarak, sistem tarif tetap, dan sistem tarif berdasarkan zona [1]. Schobel (2005) mengatakan beberapa kota di luar Indonesia seperti San Francisco di California, Saarland di Jerman dan Singapura telah menggunakan sistem tarif berdasarkan zona yang merupakan gabungan dari sistem tarif berdasarkan jarak dengan sistem tarif tetap.

Penelitian terdahulu [2], [3], [4] dan [5] berkaitan dengan permasalahan BRT Trans Musi telah banyak dilakukan. Kajian tentang zona transportasi telah dilakukan [6] dan [7]. Berdasarkan permasalahan yang ada, dilakukan perancangan model zona tarif BRT Trans Musi yaitu jaringan transportasi yang lengkap dibagi ke dalam zona-zona kemudian dimodelkan ke dalam zona tarif.

## METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pendeskripsian data berupa data nama-nama koridor, nama halte awal dan akhir setiap koridor, nama halte transit yang beroperasi di kota Palembang dan data nama koridor yang melewati halte transit.
- b. Merancang zona berdasarkan data yang diperoleh. Zona dibagi menjadi 3 berdasarkan halte transit utama yaitu halte transit Simpang Polda, halte transit Masjid Agung, dan halte transit Jakabaring.
- c. Membuat pemodelan zona tarif BRT Trans Musi, dengan:
  - Jumlah zona ( $p$ ) yang dilalui pada setiap koridor.
  - Membentuk matriks zona berdasarkan jumlah zona yang dilewati. Entri matriks bernilai 0 jika perjalanan yang dilakukan dalam satu zona, bernilai 1 jika perjalanan yang dilakukan melewati satu zona, dan bernilai 2 jika perjalanan yang dilakukan melewati dua zona.
  - Menghitung jarak perjalanan yang dilakukan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$ .
  - Menghitung nilai  $c_{maks}^*(p)$  menggunakan:

$$z_{ij} = c_{maks}^*(p) = \max_{\substack{v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j \\ n_{ij} = p}} d_{ij} - \frac{z^*(p)}{W_{ij}}$$

$$\text{dengan } z^*(p) = \max_{\substack{v_{i1}, v_{i2}, v_{j1}, v_{j2} \in V, \\ n_{v_{i1}v_{j1}} = n_{v_{i2}v_{j2}} = p}} \frac{W_{i_1j_1}W_{i_2j_2}}{W_{i_1j_1} + W_{i_2j_2}} (d_{i_1j_1} - d_{i_2j_2}) \quad (1)$$

- Menghitung nilai  $c_1^*(p)$  menggunakan:
 
$$z_{ij} = c_1^*(p) = \text{median} \left\{ \underbrace{d_{i_1j_1}, d_{i_1j_2}, \dots, d_{i_2j_1}, \dots, d_{i_2j_2}}_{w_{ij} \text{ kali}} : v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j, n_{ij} = p \right\}$$

dengan  $n_{ij}$  merupakan jumlah zona yang dilalui dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$ . (2)

- Menghitung nilai  $c_2^*(p)$  menggunakan:

$$z_{ij} = c_2^*(p) = \frac{1}{W_p} \sum_{\substack{v_i, v_j \in V \\ n_{ij}=p}} W_{ij} d_{ij} \quad (3)$$

dengan  $W_p$  merupakan jumlah seluruh penumpang yang melewati  $p$  buah zona pada perjalanannya.

- Meminimumkan  $c(p) \in \{c_{maks}^*(p), c_1^*(p), c_2^*(p)\}$  berdasarkan nilai  $c^*(p)$  yang diperoleh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

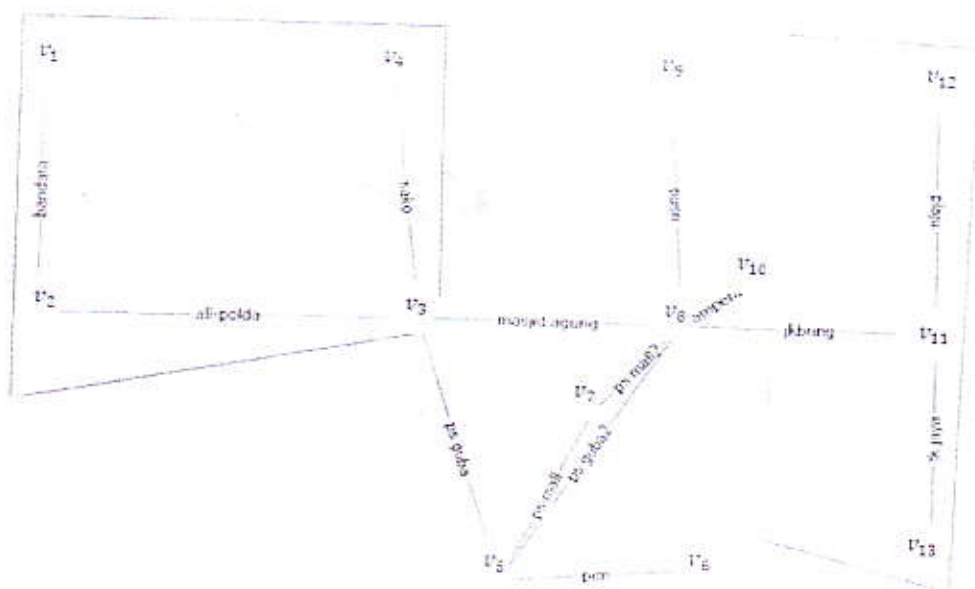
Model zona tarif BRT Trans Musi memerlukan data nama-nama koridor BRT Trans Musi, dan pengelompokan data berdasarkan nama-nama halte transit, data jarak dari halte awal dan halte akhir ke halte transit pada masing-masing koridor.

BRT Trans Musi memiliki 7 halte transit, yaitu halte transit Terminal Alang-alang Lebar, halte transit Simpang Polda, halte transit Bank BNI Syariah/Cinde, halte transit Pasar Gubah, halte transit MONPERA, halte transit Masjid Agung, halte transit Jakabaring. Setiap koridor melewati beberapa halte transit. Pada Tabel 1 dapat dilihat nama-nama halte transit yang dilalui bus Trans Musi pada setiap koridor.

Tabel 1 Nama-nama halte transit yang dilalui bus Trans Musi

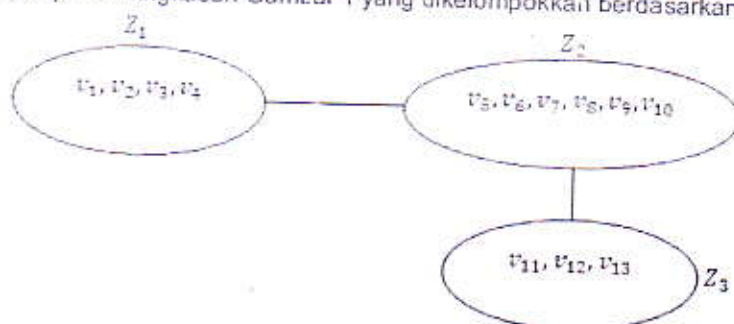
Koridor	Nama Halte Transit						
	Sim Polda	Masjid Agung	Cinde	Pasar Gubah	Jakabaring	Term AAL	MONPERA
I	✓	✓	✓				✓
II	✓			✓			
III		✓		✓	✓		✓
IV					✓		
V						✓	
VI		✓	✓				

Pemodelan zona BRT Trans Musi membutuhkan peta rute yang dibagi dalam zona-zona. Pada kasus ini BRT Trans Musi dibagi menjadi 3 zona. Pembagian 3 zona berdasarkan halte-halte transit utama yaitu halte transit Simpang Polda, halte transit Masjid Agung dan halte transit Jakabaring. Peta zona BRT Trans Musi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta zona BRT Trans Musi

Gambar 2 merupakan ringkasan Gambar 1 yang dikelompokkan berdasarkan zona.



Gambar 2 Pengelompokan halte berdasarkan zona

Jumlah zona yang dilewati dari halte  $v_i$  menuju halte  $v_j$  ( $n_{ij}$ ) dapat dinyatakan dalam bentuk matriks D berikut :

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Tarif BRT Trans Musi dimisalkan dengan  $x_1, x_2, x_3$  dan  $x_4$ .  $x_1$  merupakan harga untuk jarak yang dilalui dari 0 km sampai 10 km.  $x_2$  merupakan harga untuk jarak yang dilalui dari 10 km sampai 20 km.  $x_3$  merupakan harga untuk jarak yang dilalui dari 20 km sampai 30 km.  $x_4$  merupakan harga untuk jarak yang dilalui dari 30 km sampai 40 km. Semakin jauh perjalanan yang dilalui maka semakin besar pula harga yang dibayarkan, maka  $x_1 < x_2 < x_3 < x_4$ . Jarak perjalanan yang dilakukan dari halte  $v_i$  menuju halte  $v_j$  dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Jarak halte  $v_i$  ke halte  $v_j$  (dalam satuan km)

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$	$v_9$	$v_{10}$	$v_{11}$	$v_{12}$	$v_{13}$
$v_1$	0	10,4	20,6	28,7	23,6	25	25	24,6	33,1	25	26,5	30,8	38,7
$v_2$	10,4	0	10,2	18,3	13,2	14,6	14,6	14,2	22,7	14,6	16,1	20,7	28,6
$v_3$	20,6	10,2	0	8,1	3	4,4	4,4	4	12,5	4	5,9	10,2	18,1
$v_4$	28,7	18,3	8,1	0	11,1	12,5	12,5	12,1	20,6	12,5	14	18,3	26,2
$v_5$	23,6	13,2	3	11,1	0	1,4	1,4	2,4	10,9	2,8	4,3	8,6	16,5
$v_6$	25	14,6	4,4	12,5	1,4	0	2,8	3,8	12,3	4,2	5,7	10	17,9
$v_7$	25	14,6	4,4	12,5	1,4	2,8	0	3,2	11,7	3,6	5,1	9,4	17,3
$v_8$	24,6	14,2	4	12,1	2,4	3,8	3,2	0	8,5	0,45	1,9	6,2	14,1
$v_9$	33,1	22,7	12,5	20,6	10,9	12,3	11,7	8,5	0	8,9	10,4	14,7	22,4
$v_{10}$	25	14,6	4	12,5	2,8	4,2	3,6	0,45	8,9	0	2,3	6,6	14,5
$v_{11}$	26,5	16,1	5,9	14	4,3	5,7	5,1	1,9	10,4	2,3	0	4,3	12,2
$v_{12}$	30,8	20,7	10,2	18,3	8,6	10	9,4	6,2	14,7	6,6	4,3	0	16,5
$v_{13}$	38,7	28,6	18,1	26,2	16,5	17,9	17,3	14,1	22,4	14,5	12,2	16,5	0

Pembentukan kumpulan pasangan halte ( $v_i, v_j$ ) dilakukan berdasarkan perjalanan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$  yang melewati  $p$  zona. Didefinisikan  $M_p = \{(v_i, v_j) | v_i, v_j \in V, n_{ij} = p\}$  dimana  $p$  merupakan jumlah zona yang dilewati. Anggap  $n_p$  adalah jumlah anggota  $M_p$ , maka terdapat  $n_p$  buah tarif berdasarkan jarak dari pasangan-pasangan halte anggota  $M_p$ . Sehingga didapatkan :

$$M_0 = \{(v_1, v_2), (v_1, v_3), (v_1, v_4), (v_2, v_3), (v_2, v_4), (v_3, v_4), (v_5, v_6), (v_5, v_7), (v_5, v_8), (v_5, v_9), (v_5, v_{10}), (v_6, v_7), (v_6, v_8), (v_6, v_9), (v_6, v_{10}), (v_7, v_8), (v_7, v_9), (v_7, v_{10}), (v_8, v_9), (v_8, v_{10}), (v_9, v_{10}), (v_{11}, v_{12}), (v_{11}, v_{13}), (v_{12}, v_{13})\}.$$

$$M_1 = \{(v_1, v_5), (v_1, v_6), (v_1, v_7), (v_1, v_8), (v_1, v_9), (v_1, v_{10}), (v_2, v_5), (v_2, v_6), (v_2, v_7), (v_2, v_8), (v_2, v_9), (v_2, v_{10}), (v_3, v_5), (v_3, v_6), (v_3, v_7), (v_3, v_8), (v_3, v_9), (v_3, v_{10}), (v_4, v_5), (v_4, v_6), (v_4, v_7), (v_4, v_8), (v_4, v_9), (v_4, v_{10}), (v_5, v_{11}), (v_5, v_{12}), (v_5, v_{13}), (v_6, v_{11}), (v_6, v_{12}), (v_6, v_{13}), (v_7, v_{11}), (v_7, v_{12}), (v_7, v_{13}), (v_8, v_{11}), (v_8, v_{12}), (v_8, v_{13}), (v_9, v_{11}), (v_9, v_{12}), (v_9, v_{13}), (v_{10}, v_{11}), (v_{10}, v_{12}), (v_{10}, v_{13})\}.$$

$$M_2 = \{(v_1, v_{11}), (v_1, v_{12}), (v_1, v_{13}), (v_2, v_{11}), (v_2, v_{12}), (v_2, v_{13}), (v_3, v_{11}), (v_3, v_{12}), (v_3, v_{13}), (v_4, v_{11}), (v_4, v_{12}), (v_4, v_{13})\}.$$

$d_{ij}$  adalah harga tiket perjalanan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$ . Dalam kasus ini, nilai  $d_{ij}$  dimisalkan  $x_1, x_2, x_3$  dan  $x_4$  berdasarkan seberapa jauh penumpang melakukan perjalanan. Data berdasarkan perjalanan yang dilakukan dalam satu zona yang sama untuk  $p = 0$  dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Jumlah jarak perjalanan dari halte  $v_i$  ke  $v_j$  dan harga, untuk  $p = 0$ 

$(v_i, v_j)$	$W_{ij}$	$d_{ij}$
$(v_1, v_2)$	10,4	$x_2$
$(v_1, v_3)$	20,6	$x_3$
$(v_1, v_4)$	28,7	$x_3$
$(v_2, v_3)$	10,2	$x_2$
$(v_2, v_4)$	18,3	$x_2$
$(v_3, v_4)$	8,1	$x_1$
$(v_5, v_6)$	1,4	$x_1$
$(v_5, v_7)$	1,4	$x_1$
$(v_5, v_8)$	2,4	$x_1$
$(v_5, v_9)$	10,9	$x_2$
$(v_5, v_{10})$	2,8	$x_1$
$(v_6, v_7)$	2,8	$x_1$
$(v_6, v_8)$	3,8	$x_1$
$(v_6, v_9)$	12,3	$x_2$
$(v_6, v_{10})$	4,2	$x_1$
$(v_7, v_8)$	3,2	$x_1$
$(v_7, v_9)$	11,7	$x_2$
$(v_7, v_{10})$	3,6	$x_1$
$(v_8, v_9)$	8,5	$x_1$
$(v_8, v_{10})$	0,45	$x_1$
$(v_9, v_{10})$	8,9	$x_1$
$(v_{11}, v_{12})$	4,3	$x_1$
$(v_{11}, v_{13})$	12,2	$x_2$
$(v_{12}, v_{13})$	16,5	$x_2$

Berdasarkan data pada Tabel 3, maka didapat nilai  $z^*(0) = 6,7933(x_3 - x_1)$ . Berdasarkan nilai  $z^*(0)$  yang telah didapat, maka dihitung nilai  $c_{maks}^*(0)$  adalah  $c_{maks}^*(0) = 0,7633x_3 + 0,2367x_1$ .

Data berdasarkan perjalanan yang dilakukan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$  yang melewati satu zona, untuk  $p = 1$  dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jumlah Jarak Perjalanan dari Halte  $v_i$  ke  $v_j$  dan Harga, Untuk  $p = 1$ 

$(v_i, v_j)$	$W_{ij}$	$d_{ij}$
$(v_1, v_5)$	23,6	$x_3$
$(v_1, v_6)$	25	$x_3$
$(v_1, v_7)$	25	$x_3$
$(v_1, v_8)$	24,6	$x_3$
$(v_1, v_9)$	33,1	$x_3$
$(v_1, v_{10})$	25	$x_3$
$(v_2, v_5)$	13,2	$x_2$
$(v_2, v_6)$	14,6	$x_2$
$(v_2, v_7)$	14,6	$x_2$
$(v_2, v_8)$	14,2	$x_2$
$(v_2, v_9)$	22,7	$x_3$
$(v_2, v_{10})$	14,6	$x_2$
$(v_3, v_5)$	3	$x_1$
$(v_3, v_6)$	4,4	$x_1$
$(v_3, v_7)$	4,4	$x_1$
$(v_3, v_8)$	4	$x_1$
$(v_3, v_9)$	12,5	$x_2$
$(v_3, v_{10})$	4,4	$x_1$
$(v_4, v_5)$	11,1	$x_2$
$(v_4, v_6)$	12,5	$x_2$
$(v_4, v_7)$	12,5	$x_2$
$(v_4, v_8)$	12,1	$x_2$
$(v_4, v_9)$	20,6	$x_3$
$(v_4, v_{10})$	12,5	$x_2$
$(v_5, v_{11})$	4,3	$x_1$
$(v_5, v_{12})$	8,6	$x_1$
$(v_5, v_{13})$	16,5	$x_2$
$(v_6, v_{11})$	5,7	$x_1$
$(v_6, v_{12})$	10	$x_1$
$(v_6, v_{13})$	17,9	$x_2$
$(v_7, v_{11})$	5,1	$x_1$
$(v_7, v_{12})$	9,4	$x_1$
$(v_7, v_{13})$	17,3	$x_2$
$(v_8, v_{11})$	1,9	$x_1$
$(v_8, v_{12})$	6,2	$x_1$
$(v_8, v_{13})$	14,1	$x_2$
$(v_9, v_{11})$	10,4	$x_2$
$(v_9, v_{12})$	14,7	$x_2$
$(v_9, v_{13})$	22,6	$x_3$
$(v_{10}, v_{11})$	2,3	$x_1$
$(v_{10}, v_{12})$	6,6	$x_1$
$(v_{10}, v_{13})$	14,5	$x_2$

Berdasarkan data pada Tabel 4 maka didapat nilai  $z'(1) = 11,6174(x_1 - x_2)$ . Berdasarkan nilai  $z'(1)$  yang telah didapat, maka dihitung nilai  $c_{maks}^*(1)$  adalah  $c_{maks}^*(1) = 0,6491x_4 + 0,3509x_2$ .

Data berdasarkan perjalanan yang dilakukan dari halte  $v_i$  ke halte  $v_j$  yang melewati dua zona, untuk  $p = 2$  dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jumlah Jarak Perjalanan dari Halte  $v_i$  ke  $v_j$  dan Harga, Untuk  $p = 2$ .

$(v_i, v_j)$	$W_{ij}$	$d_{ij}$
$(v_1, v_{11})$	26,5	$x_3$
$(v_1, v_{12})$	30,8	$x_4$
$(v_1, v_{13})$	38,7	$x_4$
$(v_2, v_{11})$	16,1	$x_2$
$(v_2, v_{12})$	20,7	$x_3$
$(v_2, v_{13})$	28,6	$x_3$
$(v_3, v_{11})$	5,9	$x_1$
$(v_3, v_{12})$	10,2	$x_2$
$(v_3, v_{13})$	18,1	$x_2$
$(v_4, v_{11})$	14	$x_2$
$(v_4, v_{12})$	18,3	$x_2$
$(v_4, v_{13})$	26,2	$x_3$

Berdasarkan data pada Tabel 5, maka didapat nilai  $z'(2) = 12,4247(x_1 - x_2)$ . Berdasarkan nilai  $z'(2)$  yang telah didapat, maka dihitung nilai  $c_{maks}^*(2)$  adalah  $c_{maks}^*(2) = 0,679x_4 + 0,3210x_2$ .

Dengan menggunakan Persamaan (2) maka didapat nilai  $c_1^*(0) = x_2$ , nilai  $c_1^*(1) = x_2$ , nilai  $c_1^*(2) = x_3$ .

Dengan menggunakan Persamaan (3) maka didapat nilai  $c_2^*(0) = 0,26808x_1 + 0,492x_2 + 0,23664x_3$ , nilai  $c_2^*(1) = 0,14454x_1 + 0,44964x_2 + 0,2979x_3 + 0,05958x_4$ , dan nilai  $c_2^*(2) = 0,0236x_1 + 0,3068x_2 + 0,408x_3 + 0,278x_4$ .

## KESIMPULAN

Pemodelan zona tarif BRT Trans Musi untuk sistem tarif baru yang diperoleh dari perubahan sistem tarif tetap menjadi sistem tarif berdasarkan zona yaitu sebagai berikut :

1. Minimum  $c(0) \in \{(0,7633x_3 + 0,2367x_1), x_2, (0,26808x_1 + 0,492x_2 + 0,23664x_3)\}$  untuk perjalanan dalam satu zona.
2. Minimum  $c(1) \in \{(0,6491x_4 + 0,3509x_2), x_2, (0,14454x_1 + 0,44964x_2 + 0,2979x_3 + 0,05958x_4)\}$  untuk perjalanan yang melewati satu zona.
3. Minimum  $c(2) \in \{(0,679x_4 + 0,3210x_2), x_3, (0,0236x_1 + 0,3068x_2 + 0,408x_3 + 0,278x_4)\}$  untuk perjalanan yang melewati dua zona.

## PUSTAKA

- [1]. Schobel, A. 2005. *Optimization in Public Transportation*. New York: Springer.



- [2]. Bangun, P.B.J. Octarina, S. Melati, C. 2013. "Optimizing The Allocation of Gas Diseminarkan pada *The 2<sup>nd</sup> International Seminar of Operational Research, Interior*. Medan, Indonesia.
- [3]. Octarina, S. Cahyono, E. S. Nurhasanah. 2011. "The Income Optimization of Bus Rapid Transit (BRT) Trans Musi Palembang By Increasing The Operation Hours Using Goal Programming". Diseminarkan pada *The 6<sup>th</sup> SEAMS GMU 2011 International Conference of Mathematics and It's Application*. Yogyakarta, Indonesia.
- [4]. Octarina, S. Indrawati. Saputri, DP. 2013. "Goal Programming Modeling and Linier Programming 0-1 in Optimizing The Revenue and Bus Stop Placement of BRT Trans Musi. *Proceeding of International Conference on Computing Mathematics and Statistics*. Penang, Malaysia.
- [5]. Santoso, W.H. 2011. "Peranan Bus Trans Musi dalam Penataan Sarana Transportasi Publik Darat di Kota Palembang", *Skripsi*. FISIP Universitas Sriwijaya [Tidak Dipublikasikan].
- [6]. Saputra, A.W. 2012. "Pemodelan Sistem Tarif Berdasarkan Zona Pada Transportasi Umum", *Skripsi*. FMIPA Universitas Indonesia.
- [7]. Bangun, P.B.J. Octarina, S. 2013. "Kajian Perencanaan Sistem Zona Tarif dalam Optimasi Transportasi Publik". *Prosiding Seminar Bidang Matematika dan Informatika BKS PTN Barat*. Universitas Lampung.



<http://semirata2014.fmipa.ipb.ac.id>