

# PENGARUH RESOLUSI SISTEM ZONA DAN JARINGAN DALAM ESTIMASI MATRIKS ASAL TUJUAN ANGKUTAN PRIBADI DAN ANGKUTAN UMUM DI BANDAR LAMPUNG

Ikarini Widayati <sup>1)</sup>  
Rahayu Sulistyorini <sup>2)</sup>

## Abstrak

Kebutuhan pergerakan merupakan gambaran sejumlah potensi pergerakan dari sebuah daerah/zona tertentu. Pola perjalanan di dalam suatu sistem transportasi biasanya digambarkan dalam bentuk arus (kendaraan, orang maupun barang) yang bergerak dari lokasi asal menuju titik tujuan, di dalam suatu wilayah studi dan dalam rentang periode waktu tertentu. Pola perjalanan/pergerakan ini dikenal dengan istilah Matriks Asal Tujuan (MAT), dimana isi selnya merepresentasikan jumlah perjalanan dari tiap asal ke tiap tujuan dalam satuan waktu dan tiap moda transportasi.

Metode untuk mendapatkan MAT dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu Metode Konvensional dan Metode berdasarkan data arus lalu lintas (biasanya disebut Metode Tidak Konvensional). Metode konvensional membutuhkan survei yang sangat besar, biaya mahal, waktu proses sangat lama, membutuhkan banyak tenaga kerja serta mengganggu arus lalu lintas yang ada. Sementara itu, metode estimasi MAT berdasarkan data arus lalu lintas yang termasuk kelompok Metode Tidak Konvensional (MTK) merupakan suatu metode estimasi yang cukup efektif dan ekonomis karena data utama yang dibutuhkannya adalah data arus lalu lintas yang cukup murah, banyak tersedia dan mudah didapat. Sehingga metode estimasi MAT dengan menggunakan data arus lalu lintas menjadi sangat menguntungkan untuk dipakai.

Pada penelitian ini, metode kebutuhan yang digunakan adalah model *gravity* (GR) dikombinasikan dengan *Multinomial Logit*. Sedangkan metode estimasi yang digunakan adalah estimasi kuadrat-terkecil (KT) dan teknik pemilihan rute menggunakan metode *equilibrium assignment*. Indikator uji statistik dengan menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan cara membandingkan MAT model dengan MAT *prior* dan membandingkan volume lalu lintas model dengan volume lalu lintas survey. Kajian ini difokuskan pada 2 (dua) buah moda, yaitu kendaraan pribadi dan angkutan umum (bis). Pemodelan yang dilakukan dikomputasi dengan bantuan paket program *EMME/2*.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi MAT dalam pemodelan. Salah satu dari faktor tersebut adalah pengaruh tingkat resolusi sistem zona dan sistem jaringan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan terhadap tingkat akurasi MAT dengan melakukan skenario perubahan sistem zona dan sistem jaringan pada daerah kajian. Semakin detail suatu zona dan jaringan, semakin bagus model yang dihasilkan, namun konsekuensinya, semakin dalam resolusi zona dan jaringan, memerlukan biaya dan waktu yang cukup besar.

<sup>1)</sup> Mahasiswa S2 Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jl. Prof. Sumartono Hoesjonegoro 1 Gedungmesteng, Bandar Lampung 35145, Email: ikariniw@yahoo.com  
<sup>2)</sup> Staf Pengajar, Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jl. Prof. Sumartono Hoesjonegoro 1 Gedungmesteng, Bandar Lampung 35145, Email: sulistyorini\_smd@yahoo.co.uk

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Bandar Lampung dan berbagai kota besar lainnya di Indonesia, beberapa tahun belakangan ini mengalami berbagai permasalahan transportasi yang cukup pelik. Permasalahan yang sering dijumpai dalam transportasi perkotaan adalah masalah kemacetan dan tundaan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti urbanisasi, pertumbuhan penduduk dan laju pertumbuhan ekonomi, kesemuanya ini dapat menyebabkan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang cukup tinggi

Untuk itu diperlukan informasi mengenai pola perjalanan atau pergerakan manusia dan atau barang yang biasanya diwakili dengan *Origin-Destination (O-D matrix)* atau Matriks Asal - Tujuan (MAT). Jika MAT ini dibebankan ke jaringan jalan, dihasilkan pola arus lalu lintas. MAT merupakan input utama yang paling sering digunakan dalam berbagai macam perencanaan dan manajemen sistem transportasi. Metoda tersebut dapat dikelompokkan kedalam 2 bagian besar yaitu: *Metoda Konvensional dan Metoda Non Konvensional*.

*Metoda konvensional*, yang secara langsung dapat menaksir sampel MAT dari lapangan dengan berbagai survai seperti (wawancara, menggunakan bendera, foto udara, dan lain-lain). Metoda ini cukup mahal karena membutuhkan tenaga survai yang cukup banyak, dan dapat mengganggu pergerakan lalu lintas serta butuh waktu survai yang cukup lama.

*Metoda tidak konvensional*, cukup murah karena informasi arus lalu lintas yang dibutuhkan mudah didapat dari instansi-instansi terkait yang secara rutin mengumpulkan data-data tersebut baik perubahan maupun tingkat pertumbuhan lalu lintas yang secara mudah dapat dideteksi dan dianalisis. Belakangan ini teknik pengumpulan data secara otomatis juga berkembang dengan pesat dimana tingkat keakurasian data yang dihasilkan sangat tinggi, sehingga informasi MAT yang

dihasilkan sangat membantu dalam perencanaan dan mengatasi permasalahan transportasi yang bersifat cepat tanggap.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingkat keakurasian suatu MAT, salah satunya adalah faktor pengaruh dari perubahan sistem zona dan sistem jaringan. Sehingga pengaruh tersebut akan diuji dalam penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh yang ditimbulkan dengan melakukan perubahan sistem zona dan sistem jaringan terhadap tingkat akurasi MAT yang dihasilkan.

### 1.2 Teori Penaksiran (MAT) Berdasarkan Data Arus Lalu Lintas

Tingkat akurasi MAT yang dihasilkan dari data arus lalu lintas sangat dipengaruhi oleh resolusi sistem zona dan sistem jaringan jalan di daerah kajian. Patunrangi, Tamin, dan Sjafruddin (1999) telah melakukan beberapa uji mengenai hal ini sebagai berikut.

1. Penentuan tata cara penomoran titik simpul, kodefikasi zona dan penghubung pusat zona sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi sistem zona dan sistem jaringan di daerah kajian.
2. Analisis pengaruh perubahan sistem zona terhadap tingkat akurasi MAT yang dihasilkan dari data arus lalu lintas dimana sistem jaringan dianggap tidak berubah.
3. Analisis pengaruh perubahan sistem jaringan terhadap tingkat akurasi MAT yang dihasilkan dari data arus lalu lintas dimana sistem zona dianggap tidak berubah.
4. Analisis pengaruh akibat adanya perubahan sistem zona dan sistem jaringan terhadap tingkat akurasi MAT yang dihasilkan dari data arus lalu lintas.

Beberapa model telah dikembangkan untuk menghasilkan penaksiran Matriks Asal-Tujuan (MAT) dari data arus lalu lintas. Pada model transportasi berdasarkan informasi data arus lalu lintas, tahapan yang terpenting dalam proses

## DAFTAR PUSTAKA

- Black, John. 1985. *Urban Transport Planning*. Cromm Helm. London.
- Miro, Fidel. 2002. *Perecanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Ortuzar, J.D. dan Willumsem, L.G. 1994. *Modelling Transport*, Second Edition, John Wiley & Sons.
- Patunrangi, J., Tamin, O.Z., Sjafruddin, A. 1999. *Pengaruh Resolusi Sistem Zona dan Sistem Jaringan Terhadap Tingkat Akurasi Matriks-Asal-Tujuan (MAT) Yang Diperoleh Data Arus Lalu Lintas, Prosiding Simposium II Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT)*, Institut Teknologi 10 November Surabaya. Surabaya.
- Safwat, K.N.A. dan Magnanti, T. 1988. *A Combined Trip Generation, Trip Distribution, Modal Split and Trip Assignment Model, Transportation Science*. 22(1), 14-30.
- Stoper, P.R. and Meyburg, A.H. 1975. *Urban Transportation Modelling and Planning*. Lexington Books. Massachussetts.
- Tamin, O.Z. & Soegondo, T. 1997. *Penerapan Konsep Interaksi Tata Guna Tanah Sistem Transportasi Dalam Perencanaan Sistem Jaringan Transportasi di Jawa Barat*. ITB. Bandung.
- Tamin, O.Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Trasnportasi*. ITB. Bandung.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Trasnportasi, Edisi II*. ITB. Bandung.
- Tamin, O.Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, & Rekayasa Transportasi*. ITB. Bandung.
- Wells, G.R. 1975. *Cmprehensive Transport Planning*. Charles Griffin. London.

penaksiran MAT adalah penentuan rute yang dilalui oleh setiap perjalanan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$ .

Peubah  $p_{id}^k$  digunakan untuk dapat mendefinisikan proporsi jumlah perjalanan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$  (moda  $k$ ) yang menggunakan ruas jalan  $l$ . Jadi, arus lalu lintas di setiap ruas jalan dalam suatu jaringan jalan adalah hasil dari:

- jumlah perjalanan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$  ( $T_{id}$ ), dan
- proporsi jumlah perjalanan dari zona asal  $i$  ke zona tujuan  $d$  (moda  $k$ ) yang menggunakan ruas jalan  $l$  dan dapat didefinisikan sebagai  $p_{id}^k$  ( $0 \leq p_{id}^k \leq 1$ ).

Nilai  $P_{id}^k$  dapat ditentukan melalui pemilihan rute yang dilakukan oleh setiap pengguna jalan hal ini dapat diperkirakan dengan menggunakan teknik pembebanan rute yang sesuai yaitu teknik pembebanan keseimbangan (equilibrium).

Arus lalu lintas pada ruas jalan  $l$  yang menggunakan moda  $k$  dinyatakan (Tamin, 2000):

$$V_l^k = \sum_i \sum_d T_{id}^k p_{id}^k \quad (1)$$

Jika dianggap bahwa model pemilihan moda digunakan model *multinomial logit*, maka persamaan menjadi:

$$V_l^k = \sum_i \sum_d T_{id} \frac{\exp(-\gamma_k C_{id}^k)}{\sum_m \exp(-\gamma_m C_{id}^m)} p_{id}^k \quad (2)$$

Jika dianggap pergerakan antar zona dapat diwakili oleh suatu model kebutuhan

transportasi (misalnya *Gravity*), maka didapatkan persamaan dasar estimasi model transportasi kombinasi SPPM dengan menggunakan data arus lalu lintas sebagai berikut:

$$V_i^k = \sum_j \sum_d (O, A, B, D, I(C_{ij})) \frac{\exp(-\gamma_k C_{ij}^k)}{\sum_m \exp(-\gamma_m C_{ij}^m)} p_{ij}^k \quad (3)$$

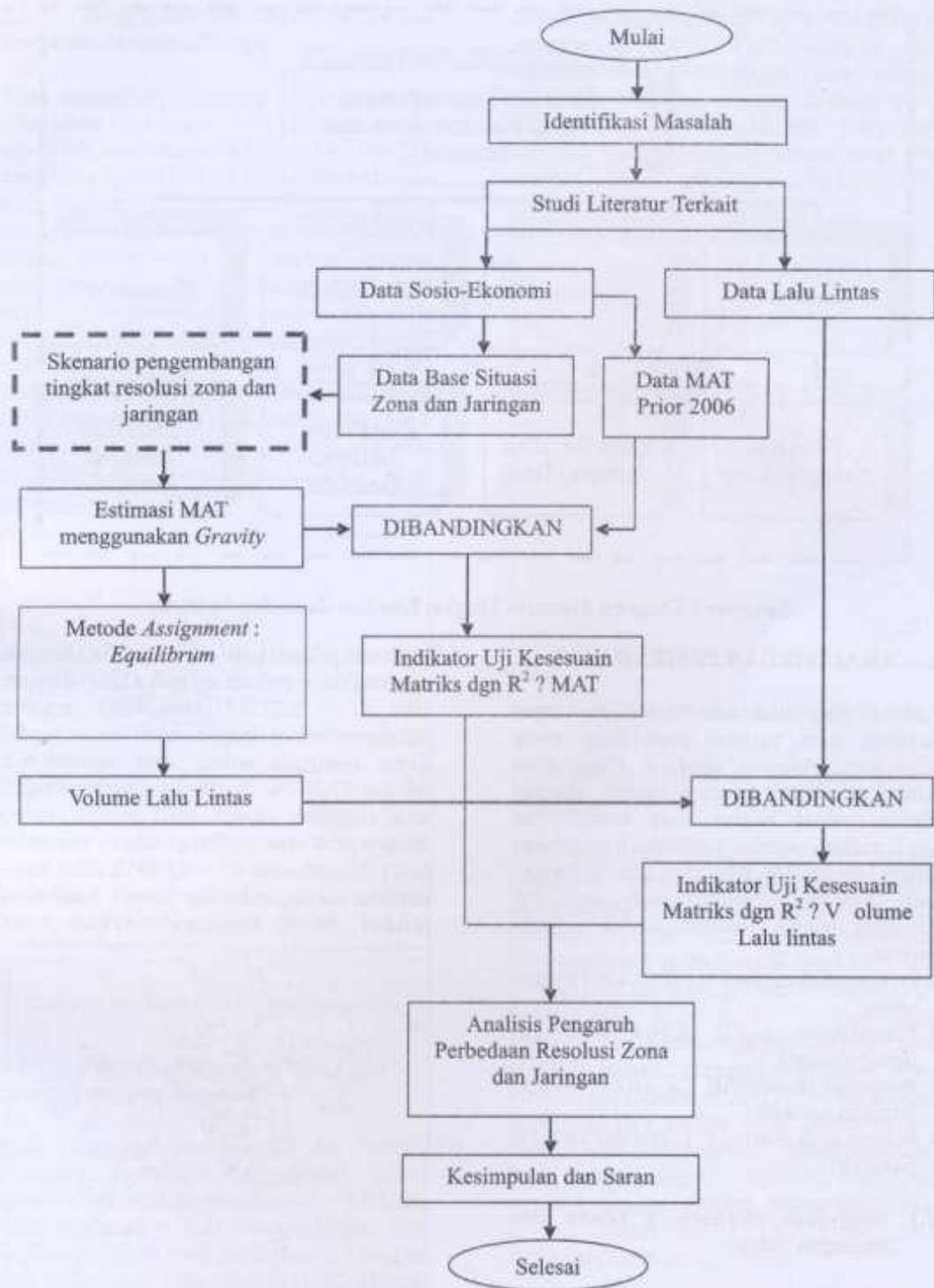
Persamaan (3) adalah sistem persamaan dengan  $L$  persamaan simultan yang mempunyai parameter  $\alpha, \beta$  yang belum diketahui. Untuk mengestimasi nilai parameter tersebut, dibutuhkan suatu metoda estimasi tertentu.

### 1.3 Daerah Kajian

Batas wilayah studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh wilayah Kota Bandar Lampung. Hal ini didasarkan pertimbangan bahwa Kota Bandar Lampung memiliki kegiatan ekonomi yang cukup tinggi di Provinsi Lampung. Sistem pembagian zona di Kota Bandar Lampung dibagi menjadi 25 zona berdasarkan wilayah administrasi kecamatan. Kota Bandar Lampung terdiri atas 13 kecamatan dan 98 kelurahan. Sedangkan ruas jalan yang ditinjau dibatasi pada jalan arteri dan jalan kolektor saja.

## 2. METODE PENELITIAN

Secara sistematis proses penelitian ini digambarkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini.



Gambar 1 Diagram Alir Kegiatan Penelitian



Gambar 2 Diagram Skenario Tingkat Resolusi Zona dan Jaringan

### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

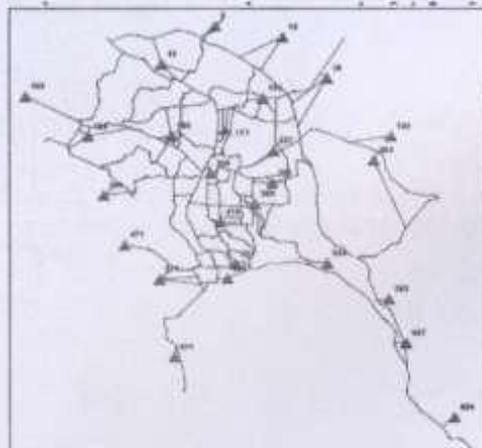
Analisis ini dilakukan untuk mencapai sasaran dari tujuan penelitian yang dilakukan. Adapun analisis yang akan dilakukan dibagi dalam 4 bagian, dimana masing-masing bagian akan memberikan hasil analisis secara terpisah. Kesimpulan secara keseluruhan kemudian akan diberikan pada bahasan tersendiri pada tesis ini. Keempat bagian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengujian skenario I (Zona dan jaringan tetap)
2. Pengujian skenario II (Zona berubah, jaringan tetap)
3. Pengujian skenario III (Zona tetap, jaringan berubah)
4. Pengujian skenario IV (Zona dan jaringan berubah)

#### 3.1 Pengujian Skenario I (Zona dan Jaringan Tetap)

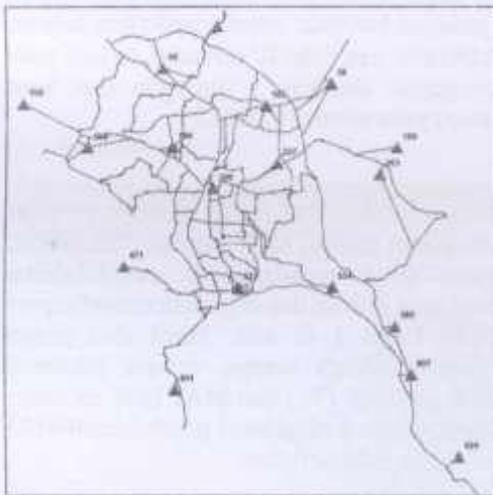
Pengujian Skenario I, nilai beta ( $\beta$ ) dan gamma ( $\gamma$ ) yang digunakan adalah  $\beta = 0,424476$  dan  $\gamma = -0,34976$ . Perbandingan arus

angkutan pribadi hasil model (*volau*) dengan arus angkutan pribadi sekunder (*ul2*) didapat nilai  $R^2 = 0,27267$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 27,267%. Sedangkan, perbandingan arus angkutan umum hasil model (*voltr*) dengan arus angkutan umum sekunder (*us2*) didapat nilai  $R^2 = 0,01012$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus



### 3.2 Pengujian Skenario II (Zona Berubah, Jaringan Tetap)

Pada pengujian Skenario II ini, setelah dilakukan beberapa kali iterasi, maka diperoleh masukkan nilai  $\beta$  (beta) = 0,934728 dan nilai  $\gamma$  (gama) = 0,884884. Perbandingan arus angkutan pribadi hasil model (*volau*) dengan arus angkutan pribadi sekunder (*ul2*) didapat nilai  $R^2 = 0,31544$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 31,544%. Sedangkan, perbandingan arus angkutan umum hasil model (*voltr*) dengan arus angkutan umum sekunder (*us2*) didapat nilai  $R^2 = 0,04677$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 4,677%.

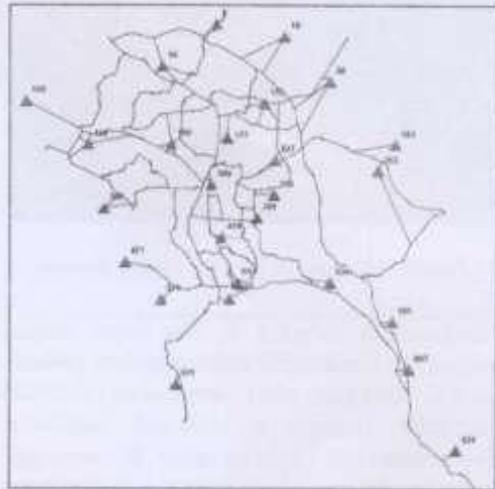


Gambar 4 Skenario II, Zona Berubah Jaringan Tetap

### 3.3 Pengujian Skenario III (Zona Tetap, Jaringan Berubah)

Pada pengujian skenario III ini, setelah dilakukan beberapa kali iterasi, maka diperoleh masukkan nilai  $\beta$  (beta) = 0,05 dan nilai  $\gamma$  (gama) = 0,01. Perbandingan arus angkutan pribadi hasil model (*volau*) dengan arus angkutan pribadi sekunder (*ul2*) didapat nilai  $R^2 = 0,29636$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model

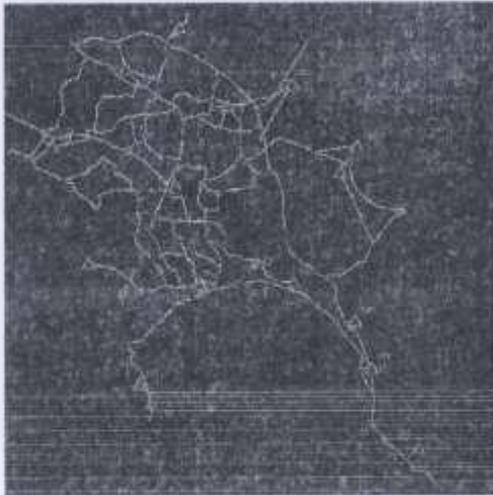
dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 29,636%. Perbandingan arus angkutan umum hasil model (*voltr*) dengan arus angkutan umum sekunder (*us2*) didapat nilai  $R^2 = 0,241696$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 24,1696%.



Gambar 5 Skenario III, Zona Tetap Jaringan Berubah

### 3.4 Pengujian Skenario IV (Zona dan Jaringan Berubah)

Pada pengujian skenario III ini, setelah dilakukan beberapa kali iterasi, maka diperoleh masukkan nilai  $\beta$  (beta) = 0,651216 dan nilai  $\gamma$  (gama) = 0,241681. Perbandingan arus angkutan pribadi hasil model (*volau*) dengan arus angkutan pribadi sekunder (*ul2*) didapat nilai  $R^2 = 0,30697$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 30,697%. Perbandingan arus angkutan umum hasil model (*voltr*) dengan arus angkutan umum sekunder (*us2*) didapat nilai  $R^2 = 0,12195$ . Dari hasil tersebut menggambarkan bahwa hasil arus model dapat menggambarkan arus sebenarnya sebesar 12,195%.

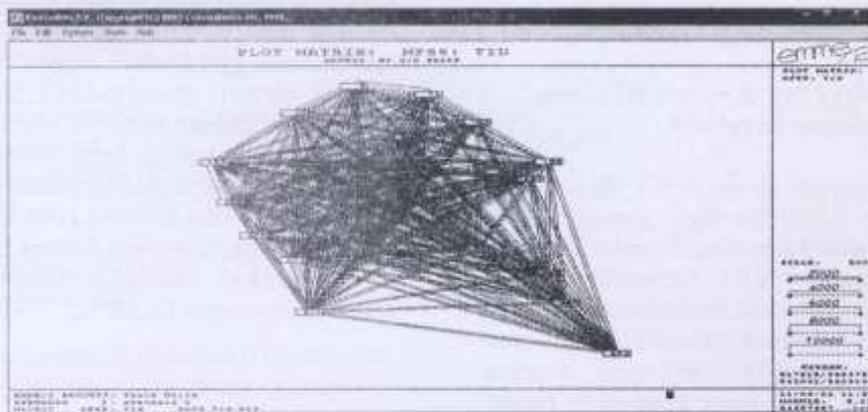


Gambar 6 Skenario IV, Zona dan Jaringan Berubah

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa perbandingan arus angkutan pribadi model dengan arus angkutan pribadi sekunder, melalui uji statistik koefisien determinasi ( $R^2$ ), maka nilai  $R^2$  tertinggi terjadi pada pengujian skenario II (jaringan tetap, zona berubah) yaitu sebesar 0,31544 dan nilai  $R^2$  terendah terjadi pada pengujian skenario I (jaringan dan zona tetap) yaitu sebesar 0,27267.

Sedangkan untuk perbandingan arus angkutan umum model dengan arus angkutan umum sekunder, melalui uji statistik koefisien determinasi ( $R^2$ ), maka nilai  $R^2$

#### 1. Skenario I



Gambar 7 Desire Line (garis keinginan) Total (m/85) Skenario I Sumber: Hasil Analisis, 2011

Dalam mempermudah pembacaan hasil analisa, berikut ini merupakan tabel rekapitulasi hasil  $R^2$  dari masing-masing skenario untuk angkutan pribadi dan angkutan umum.

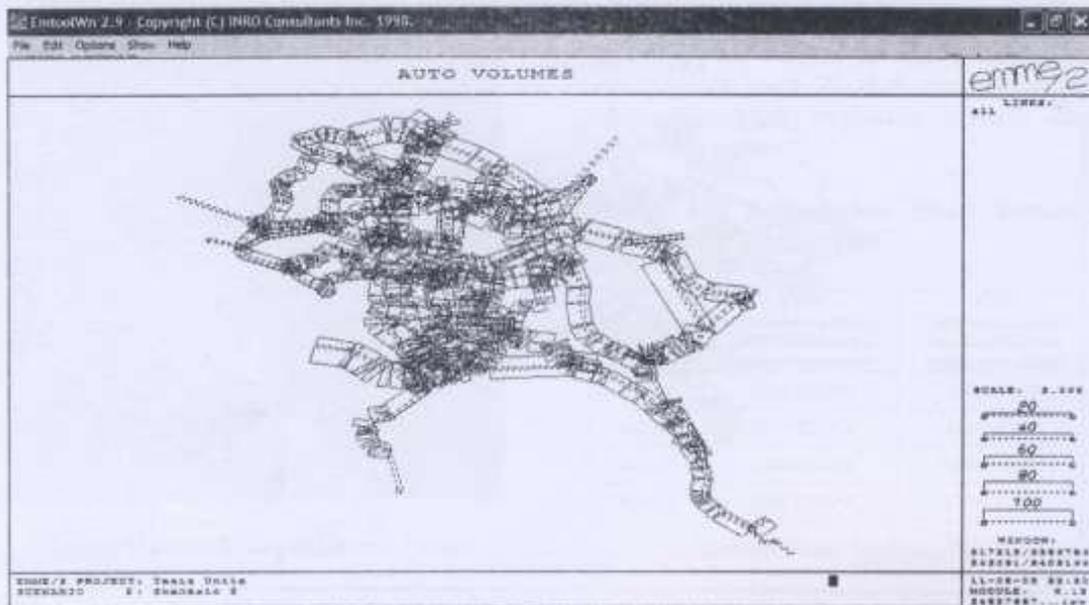
Tabel 1 Rekapitulasi Hasil Running Masing-masing Skenario

SKENARIO	$R^2$ CAR (Perbandingan arus angkutan pribadi model dengan arus angkutan pribadi sekunder)	$R^2$ BUS (Perbandingan arus angkutan umum model dengan arus angkutan umum sekunder)
I (JT-ZT)	0,27267 (27,267%)	0,01012 (1,012%)
II (JT-ZB)	0,31544 (31,544%)	0,04677 (4,677%)
III (JB-ZT)	0,29636 (29,636%)	0,241696 (24,1696%)
IV (JB-ZB)	0,30697 (30,697%)	0,12195 (12,195%)

Sumber: Hasil Analisis, 2011

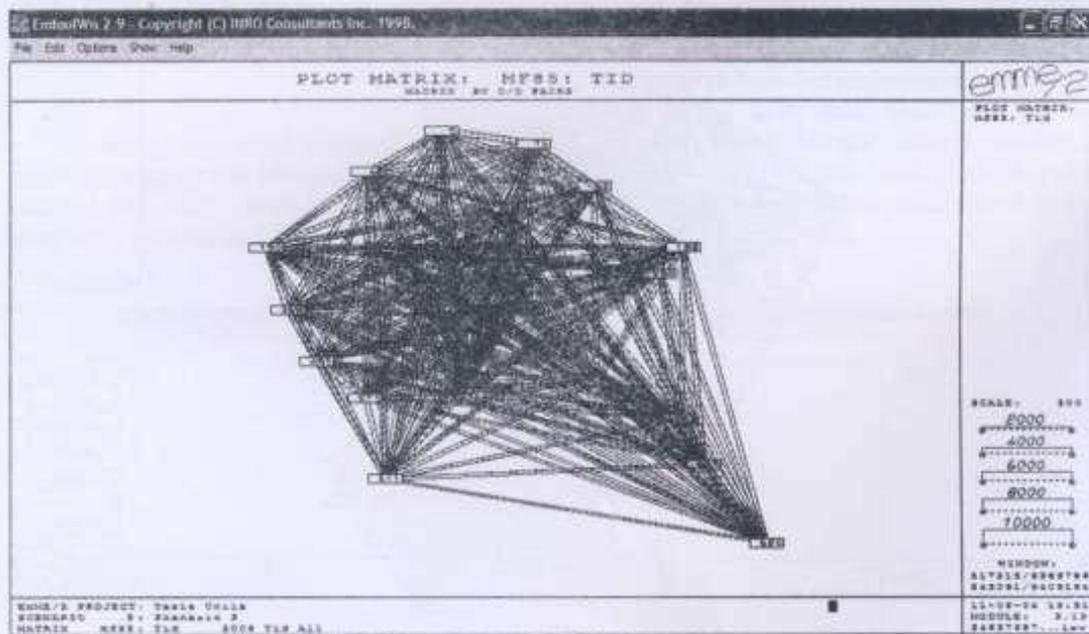
tertinggi terjadi pada pengujian skenario III (jaringan berubah, zona tetap) yaitu sebesar 0,241696 dan nilai  $R^2$  terendah terjadi pada pengujian skenario I (jaringan dan zona tetap) yaitu sebesar 0,01012.

Pembebanan MAT ke jaringan jalan dilakukan setelah MAT estimasi dihasilkan, yakni untuk mendapatkan arus lalu lintas angkutan pribadi dan angkutan umum seperti pada Tabel 1 di atas. Hasil dari proses estimasi adalah berupa volume lalu lintas hasil estimasi ( $V_i$ ) dan MAT hasil estimasi. Berikut merupakan hasil pembebanan MAT ke dalam jaringan jalan.

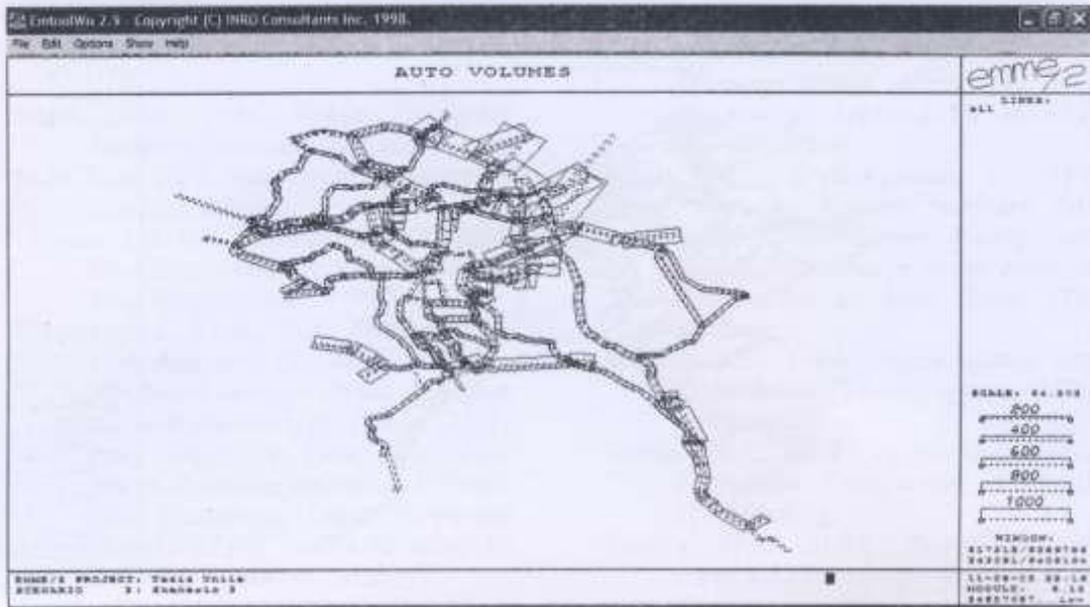


**Gambar 10** Hasil Pembebanan MAT ke Dalam Jaringan Jalan Skenario II  
 Sumber: Hasil Analisis, 2011

### 3. Skenario III

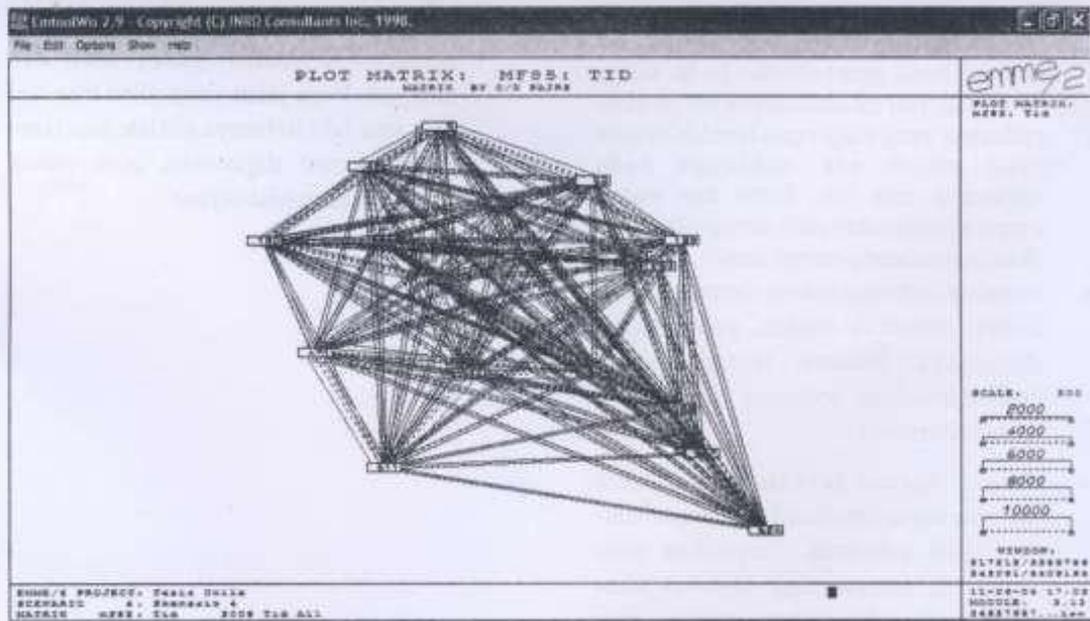


**Gambar 11** *Desire Line* (garis keinginan) Total (mf85) Skenario III  
 Sumber: Hasil Analisis, 2011

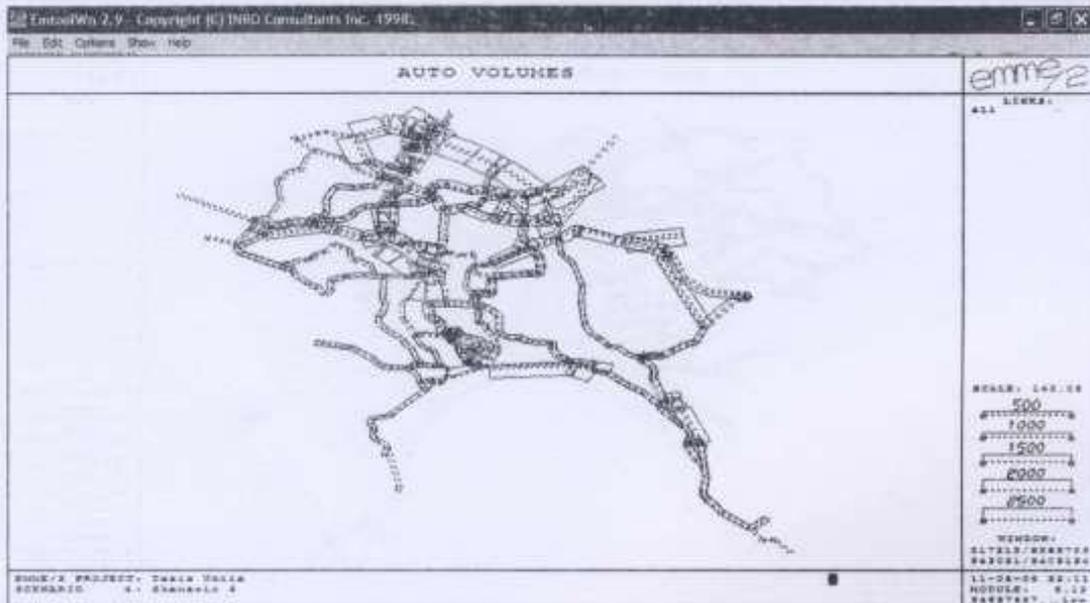


**Gambar 12** Hasil Pembebanan MAT ke Dalam Jaringan Jalan Skenario III  
 Sumber: Hasil Analisis, 2011

#### 4. Skenario IV



**Gambar 13** *Desire Line* (garis keinginan) Total (mf85) Skenario IV  
 Sumber: Hasil Analisis, 2011



**Gambar 14** Hasil Pembebanan MAT ke Dalam Jaringan Jalan Skenario IV  
 Sumber: Hasil Analisis, 2011

#### 4. KESIMPULAN

- Penyederhanaan sistem jaringan mengakibatkan berkurangnya tingkat akurasi hasil pembebanan pada setiap ruas jalan. Hal ini disebabkan pergerakan pada ruas yang diagregasi beralih ke ruas yang masih ada, sehingga pada umumnya arus lalu lintas dan waktu tempuh pergerakan pada setiap ruas jalan akan mengalami peningkatan.
- Semakin sederhana suatu sistem jaringan model, semakin rendah pula tingkat akurasinya. Namun, terdapat suatu tingkat resolusi optimum dari sistem jaringan tersebut.
- Dalam menyederhanakan sistem jaringan harus diperhatikan adanya ruas-ruas jalan satu-arah. Pergerakan pada daerah di sekitar ruas tersebut akan menghasilkan kesalahan estimasi yang cukup serius. Kesalahan ini bisa berarti pembebanan yang terlalu berlebihan, atau malah sebaliknya.
- Semakin banyak jumlah data yang digunakan maka semakin akurat MAT yang akan dihasilkan untuk setiap skenario perubahan sistem zona dan jaringan. Ruas jalan yang akan disurvei data arus lalu lintasnya adalah ruas jalan yang banyak digunakan oleh setiap pasangan zona asal-tujuan.