

**ESTIMASI MATRIK ASAL TUJUAN (MAT)
DARI DATA ARUS LALULINTAS DENGAN METODE
ESTIMASI KUADRAT TERKECIL MENGGUNAKAN
PIRANTI LUNAK EMME/3
(Studi Kasus Kota Surakarta)**

*Origin-Destination Matrix Estimation From Traffic Count
With Least Square Estimation Method Using EMME/3 Software
(A Case Study of Surakarta City)*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ELFA MONICA ZADA
NIM. I 0111032

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ESTIMASI MATRIK ASAL TUJUAN (MAT)
DARI DATA ARUS LALULINTAS DENGAN METODE
ESTIMASI KUADRAT TERKECIL MENGGUNAKAN
PIRANTI LUNAK EMME/3
(Studi Kasus Kota Surakarta)**

*Origin-Destination Matrix Estimation From Traffic Count
With Least Square Estimation Method Using EMME/3 Software
(A Case Study of Surakarta City)*



Disusun Oleh :

ELFA MONICA ZADA
NIM. 1 0111032

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendaratan
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

DR. Eng. Ir. Syafi'i, M.T.
NIP. 19670602 199702 1001

Dosen Pembimbing II

Slamet Jauhari Legowo, S.T., M.T.
NIP. 19670413 199702 1001

**ESTIMASI MATRIK ASAL TUJUAN (MAT)
DARI DATA ARUS LALULINTAS DENGAN METODE
ESTIMASI KUADRAT TERKECIL MENGGUNAKAN
PIRANTI LUNAK EMME/3
(Studi Kasus Kota Surakarta)**

*Origin-Destination Matrix Estimation From Traffic Count
With Least Square Estimation Method Using EMME/3 Software
(A Case Study of Surakarta City)*

SKRIPSI

Disusun Oleh :

ELFA MONICA ZADA
NIM. I 0111032

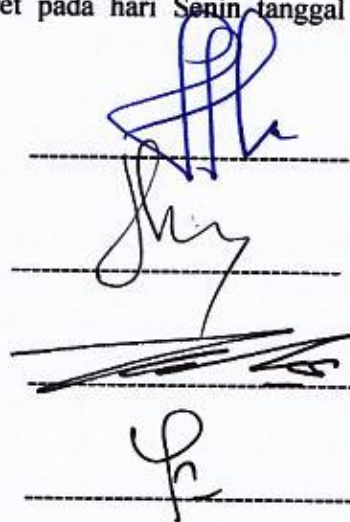
Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret pada hari Senin tanggal 10 Agustus 2015.

1. DR. Eng. Ir. Syafr'i, M.T.
NIP. 19670602 199702 1001

2. Slamet Jauhari Legowo, S.T., M.T.
NIP. 19670413 199702 1001

3. Budi Yulianto, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19700719 199702 1001

4. Setiono, S.T., M.Sc
NIP. 19720224 199702 1001



Disahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, S.T., DEA
NIP. 19681007 199502 1001

MOTTO

“Kalian pasti bisa jika mau berusaha dan terus berusaha”

“Jangan bosan untuk belajar..”

(Mr. Syafi'i)

PERSEMBAHAN

- Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan berkah yang telah Kau berikan kepadaku
- Kedua orang tuaku. Joko Daryono, S.H. dan Erni Yulianti, S.H. yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan doa yang tidak henti-hentinya kepadaku
- Adik-adikku tersayang. Dicky Reyhan, Daffa Edwin, dan Ega Nadira Zora yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Buatlah Papa dan Mama bangga akan usaha kita
- Keluarga besar yang selalu memberikan semangat dan dukungan
- Yudisia Pearlite Hermana Putra yang selalu menemani dan memberikan semangat
- Sahabat dekatku, Boboholic. Intan, Linda, Satya, Mutiara, Kartika, Meli, Sitcha, Yola, dan Indry. Terima kasih atas dukungan, kebersamaan dan kegilaan kita yang akan menjadi cerita indah kita bersama
- Teman skripsiku. Zuli, Wulan, dan Resita. Terima kasih atas kegilaan, canda, tawa, dan kegalauan yang telah kita lalui bersama.
- Teman-teman S1 reguler Program Studi Teknik Sipil 2011 UNS yang telah memberikan pelajaran dan semangat kebersamaannya selama ini
- Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan skripsi ini

ABSTRAK

Elfa Monica Zada, 2015, Estimasi Matrik Asal Tujuan (MAT) dari Data Arus Lalu Lintas dengan Metode Estimasi Kuadrat Terkecil Menggunakan Piranti Lunak EMME/3 (Studi Kasus Kota Surakarta). Skripsi. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Kota Surakarta saat ini menjadi daerah pusat perkembangan bisnis baru, sehingga kebutuhan transportasinya juga meningkat sehingga mengakibatkan permasalahan transportasi semakin kompleks. Transportasi harus dirancang sedemikian rupa agar meminimalisir permasalahan transportasi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui besarnya parameter β dari estimasi model sebaran pergerakan dengan menggunakan metode gravity yang dinyatakan dalam bentuk Matrik Asal Tujuan (MAT). Selain itu untuk mengetahui tingkat validitas dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan.

Penelitian dilakukan di kota Surakarta sebagai daerah kajian dengan membagi Surakarta menjadi 65 zona dengan 51 zona internal dan 14 zona eksternal. Survei dilakukan pada 39 lokasi, yaitu pada zona internal terdapat 25 lokasi dan pada zona eksternal terdapat 14 lokasi. Metode yang digunakan adalah model gravity dengan batasan tarikan dan bangkitan sebagai model estimasi MAT 2015 dengan *software* EMME/3. Pada model gravity terdapat parameter β yang berfungsi sebagai faktor penentu besarnya nilai sebaran yang terjadi di setiap zona. Metode untuk memperoleh parameter β yang nantinya digunakan dalam perhitungan MAT hasil estimasi (fungsi hambatan Tanner) adalah metode kalibrasi *Newton-Raphson* menggunakan *software* Matlab. Nilai arus lalu lintas diperoleh dengan cara membebaskan matrik baru dan memasukkan arus hasil pengamatan (*traffic count*) ke dalam jaringan jalan dengan metode pembebanan *User Equilibrium*. Uji Validitas menggunakan koefisien Determinasi (R^2).

Besarnya nilai parameter β yang diperoleh dengan bantuan aplikasi *software* Matlab adalah 0,00093. Dari hasil perhitungan dengan bantuan EMME/3, diperoleh total jumlah estimasi pergerakan kota Surakarta pada tahun 2015 adalah 47549 smp/jam dengan tingkat validitas (R^2) yang didapatkan sebesar 0,8025.

Kata kunci : MAT, EMME/3, Matlab, Model Gravity

ABSTRACT

Elfa Monica Zada, 2015, Origin-Destination Matrix Estimation From Traffic Count With Least Square Estimation Method Using EMME/3 Software (A Case Study of Surakarta City). Thesis. Civil Engineering Department Faculty of Engineering, Sebelas Maret University Surakarta.

Surakarta city is now a center area of new business development so that transportation needs are also increasing, resulting in increasingly complex transportation problems. Transportation must be designed in such a way to minimize the problems of transportation. Therefore, conducted research to determine the parameter β of the distribution model estimation movement using gravity method stated in the form of Origin Destination (OD) Matrix. In addition, to know the validation level by comparing traffic flow resulted from the model and observation.

This research was conducted in Surakarta as areas of study dividing the area into 65 zone, 51 internal zone and 14 external zone. Survey was conducted in 39 location, there are 25 location in internal zone and 14 location in external zone. The method was used is gravity model as production and attraction constrained as estimation model MAT 2015 with EMME/3 software. On this model there is parameters β that function as determinants of the magnitude of the spread of values that occur in each zone. Calibration method for obtaining parameters β that are later used in the calculation of the estimated results of the MAT (resistance function with Tanner) is the Newton-Raphson method of calibration using Matlab software application tool. The Traffic volume values obtained by imposing a new matrix and incorporate current observations (traffic count) to the road network by the method of loading User Equilibrium. Test Validation uses the coefficient of Determination (R^2).

The value of the parameter β obtained using Matlab *software* application is 0,00093. From the results of calculations with the help of EMME/3, the total amount obtained of the estimated movement of Surakarta in 2015 is 47549 pcu/h with a level of validation (R^2) obtained is 0,8025.

Keywords : OD-Matrix, EMME/3, Matlab, Gravity Model

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Estimasi Matrik Asal Tujuan (MAT) Dari Data Arus Lalulintas Dengan Metode Estimasi Kuadrat Terkecil Menggunakan Piranti Lunak EMME/3 (Studi Kasus Kota Surakarta)”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Segenap pimpinan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Eng. Ir. Syafi'i, M.T. dan Slamet Jauhari Legowo, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing skripsi. Terima kasih atas semua waktu, bimbingan, motivasi, dan bantuan, serta kepercayaan bapak untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Dosen Pembimbing Akademis Fajar Sri Handayani, S.T., M.T.
5. Semua Staff Pengajar pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
6. Teman-teman S1 Reguler Program Studi Teknik Sipil UNS 2011.
7. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Sipil UNS.

Akhirnya, pengantar ini juga menjadi semacam ingatan bagi penulis selama menempuh tahap pembelajaran di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran demi perbaikan akan diterima dengan senang hati. Semoga skripsi ini bermanfaat, khususnya dalam bidang Pemodelan Transportasi.

Surakarta, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Dasar Teori.....	14
2.2.1. Pemodelan Transportasi.....	14
2.2.2. Matrik Asal Tujuan (MAT).....	16
2.2.3. Daerah Kajian.....	17
2.2.4. Sistem Zona	19

2.2.5.	Aksesibilitas.....	20
2.2.6.	Sistem Jaringan Transportasi	20
2.2.7.	Klasifikasi Fungsi Jalan.....	21
2.2.8.	Satuan Mobil Penumpang (SMP)	25
2.2.9.	Kapasitas.....	25
2.2.10.	Kecepatan	27
2.2.11.	Konsep Model Gravity dengan Batasan Tarikan dan Bangkitan.....	29
2.2.12.	Metode Penaksiran Kuadrat Terkecil (KT).....	31
2.2.13.	Metode Kalibrasi <i>Newton-Raphson</i>	33
2.2.14.	Pendekatan Pembebanan <i>User Equilibrium</i>	36
2.2.15.	Uji Validitas.....	37
2.2.16.	EMME/3 (Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium).....	38
2.2.17.	MATLAB (Matrix Laboratory).....	40

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1.	Lokasi Penelitian.....	42
3.2.	Sumber Data.....	46
3.2.1.	Data Primer	46
3.2.2.	Data Sekunder	48
3.3.	Teknik Pengumpulan Data.....	49
3.3.1.	Pengumpulan Data Primer	49
3.3.2.	Pengumpulan Data Sekunder	49
3.3.3.	Desain Survei	50
3.4.	Tahap Penelitian	51
3.5.	Tahap Analisis Data	52
3.5.1.	Pengolahan Data Arus Lalu Lintas	53
3.5.2.	Matrik Asal Tujuan Hasil Estimasi	53
3.5.3.	Kalibrasi Parameter Beta (β)	53
3.5.4.	Pembahasan Arus Lalulintas ke Jaringan Jalan	55
3.5.5.	Uji Validitras	55

3.6. Diagram Alir Metode Penelitian.....	56
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Umum.....	57
4.2. Pengolahan dan Penyajian Data.....	58
4.2.1. Sumber Data	58
4.2.2. Pembagian Zona	59
4.2.3. Satuan Mobil Penumpang	59
4.2.4. Kapasitas.....	60
4.2.5. Waktu Tempuh dan Kecepatan	61
4.3. Analisis dengan Program EMME/3.....	63
4.3.1. Basis Data Jaringan Jalan.....	63
4.3.2. Data Volume Lalulintas (<i>Traffic Count</i>)	65
4.3.3. Data Matrik Awal (<i>Prior Matrix</i>).....	66
4.3.4. Matrik Baru Hasil EMME/3 Tahun 2015	66
4.4. Kalibrasi <i>Newton-Raphson</i>	67
4.5. Estimasi Matrik Hasil Pemodelan dengan Metode Gravity Batasan Tarikan dan Bangkitan	67
4.6. Pembebanan Matrik ke Jaringan Jalan	68
4.7. Uji Validitas	68
4.8. Pembahasan	70
4.8.1. Fungsi Hambatan	70
4.8.2. Estimasi Matrik Asal Tujuan Perjalanan	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1	Rekapitulasi Tinjauan Pustaka Penelitian Estimasi Matrik Sebelumnya 12
Tabel 2.2	Tingkat Validitas 38
Tabel 3.1	Lokasi Survai Arus Lalu Lintas Zona Internal 46
Tabel 3.2	Lokasi Survai Arus Lalu Lintas Zona Eksternal 48
Tabel 4.1	Data Hasil Survei Tahun 2015..... 58
Tabel 4.2	Perhitungan Jumlah Kendaraan Pada Jam Puncak (dalam 1 Jam)..... 60
Tabel 4.3	Konversi Satuan Arus Kendaraan ke smp/jam..... 60
Tabel 4.4	Format Masukan Basis Data Jaringan Jalan 63
Tabel 4.5	Koordinat Kota Surakarta..... 64
Tabel 4.6	Data Arus Lalulintas Tahun 2015 65
Tabel 4.7	Perbandingan Arus <i>Traffic Count</i> Dengan Arus Hasil Pembebanan..... 68

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Metode untuk mendapatkan Matrik Asal Tujuan (MAT)	7
Gambar 2.2 Empat Tahap Pemodelan Transportasi.....	14
Gambar 2.3 Daerah Kajian Sederhana dengan Definisinya.....	18
Gambar 2.4 Sistem Jaringan Jalan Primer	23
Gambar 2.5 Sistem Jaringan Jalan Sekunder.....	24
Gambar 2.6 Sketsa Hipotesis Hirarki Jalan Kota.....	25
Gambar 2.7 Bagan Alir Prosedur Kalibrasi <i>Newton-Raphson</i>	35
Gambar 2.8 Prosedur Perhitungan Program EMME/3.....	40
Gambar 3.1 Peta Administrasi Kota Surakarta.....	43
Gambar 3.2 Peta Pembagian Zona Kota Surakarta.....	44
Gambar 3.3 Peta Jaringan Kota Surakarta.....	45
Gambar 3.4 Bagan Alir Prosedur Kalibrasi <i>Newton-Raphson</i>	54
Gambar 3.5 Diagram Alir Metode Penelitian	56
Gambar 4.1 <i>Network Editor</i>	64
Gambar 4.2 <i>Toolbar Editor</i>	65
Gambar 4.3 Hasil MAT Baru dari Proses Estimasi EMME/3.....	66
Gambar 4.4 Grafik Uji Validitas Volume Lalulintas menggunakan <i>Software</i> EMME/3.....	69
Gambar 4.5 Grafik Uji Validitas Volume Lalulintas menggunakan <i>Software</i> Microsoft Excel.....	70
Gambar 4.6 Garis Keinginan (<i>Desire Line</i>) Distribusi Pergerakan Lalulintas Kota Surakarta Tahun 2015	72

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

- A_i, B_d = faktor penyeimbang untuk setiap zona asal i dan tujuan d
- C = Kapasitas (smp / jam)
- C_{id} = biaya perjalanan dari zona asal i ke zona tujuan d
- C_o = Kapasitas dasar untuk kondisi tertentu (ideal) (smp / jam)
- D_d = total pergerakan ke zona tujuan d
- $f(Cid)$ = fungsi umum biaya perjalanan
- FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FFV_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota.
- FFV_{sf} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping
- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan sesungguhnya (km/jam)
- F_{vo} = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
- FV_w = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)
- FFV_{4sf} = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk empat lajur (km/jam).
- FFV_{6sf} = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk enam lajur (km/jam).
- O_i = total pergerakan dari zona asal i
- p_{id}^l = proporsi pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d pada ruas l
- V = kecepatan sesungguhnya pada saat ada arus lalu lintas Q .
- S = jarak (km)
- T_{id} = jumlah pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d
- t_0 = waktu tempuh pada saat V_0 (detik)
- \hat{V}_l = arus lalu lintas hasil pengamatan pada ruas l
- V_l = arus lalu lintas hasil pemodelan pada ruas l
- V_0 = kecepatan pada saat arus bebas (km/jam)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)
- Lampiran B : Data Survei Lalulintas
- Lampiran C : Desain Formulir Survei
- Lampiran D : Pembagian Zona Internal dan Eksternal
- Lampiran E : Konversi Satuan Arus Kendaraan
- Lampiran F : Perhitungan Kapasitas
- Lampiran G : Perhitungan Kecepatan dan Waktu Tempuh
- Lampiran H : Format Masukan Data Basis Jaringan Jalan
- Lampiran I : Koordinat Kota Surakarta
- Lampiran J : Data Arus Lalulintas Tahun 2015
- Lampiran K : Prior Matrik
- Lampiran L : MAT Hasil Model Gravity
- Lampiran M : Hasil Perbandingan *Traffic Count* dengan Hasil Pembebanan
- Lampiran N : *Listing Program*
- Lampiran O : Form Skripsi

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Alfiani Yogaturida Isnaini. 2013. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dengan Batasan Tarikan Pergerakan dengan Metode Kalibrasi Newton-Raphson di Surakarta*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Chi Xie, K.M. Kockelman, dan S.T. Waller .1989. "A Maximum Entropy Method for Subnetwork Origin-Destination Trip Matrix Estimation". The University of Texas at Austin.
- Dewi Nugroho. 2007. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Kuadrat Terkecil*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1990. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2000. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta.
- Hendarwati Pamungkas. 2014. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Estimasi Kuadrat Terkecil (Studi kasus Kota Surakarta)*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- INRO Consultants Inc.. 1998. *EMME/2 User's Manual Software Realeas 9. Montreal (Quebec)*. Canada.
- INRO Consultan Inc. 2007. *EMME/3 Release Notes: Emme 3.0*. Canada.
- Matlab. 1970. *University of New Mexico dan University of Stanford*. Mexico.
- Niken Puspitasari. 2014. *Estimasi Matrik Asal Tujuan Model Gravity dengan Fungsi Hambatan Tanner*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nuning Fitriani. 2002. *Estimasi Model Kombinasi Sebaran Pergerakan dan Pemilihan Moda Berdasarkan Informasi data Lalu Lintas Surakarta*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nurmalia. 2009. *Estimasi Matrik Asal Tujuan Lalu Lintas dengan Piranti Lunak EMME-3*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Tamin.O.Z. 1988. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. ITB. Bandung.
- Tamin.O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. ITB. Bandung.
- Pamuko Aditya Rahman. 2010. *Estimasi Model Sebaran Pergerakan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Steepest Descent dengan EMME-3*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rahayu Mahanani W.. 2008. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Arus Lalulintas dengan Metode Estimasi Inferensi Bayesian*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Republik Indonesia. 1985. Undang-undang No. 26 Tahun 1985 tentang Jalan. Sekretariat Kabinet RI. Jakarta.
- Revi Widyastuti. 2007. *Estimasi Matrik Asal Tujuan Dari Data Arus Lalu Lintas Dengan Metode Estimasi Entropi Maksimum*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Warpani, Suwardjoko. 2000. *Merencanakan Sistem Perangkutan*. ITB. Bandung.
- Yenny Dwi Lupita. 2007. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Kemiripan Maksimum*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.