

ESTIMASI MATRIKS ASAL TUJUAN PERJALANAN MENGGUNAKAN MODEL GRAVITY DENGAN FUNGSI HAMBATAN TANNER DI KOTA SURAKARTA

Niken Puspitasari¹⁾, Syafi'i²⁾, Setiono³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

^{2),3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

Jl. Ir Sutami 36 A, Kentingan Surakarta 57126. Telp (0271) 647069, Fax 662118

Email :puspita_niken@ymail.com

Abstract

The research aimed to know the amount of estimation trip distribution models using the gravity method. 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. The road network that is analyzed is the arterial roads and collector roads. The method was used is gravity model as production and attraction constrained as estimation model MAT 2013 with EMME/3 software. On this model there are 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 (obstacle function with Tanner) is the Newton-Raphson method of calibration. The calibration is done by a process of repetition until the convergence parameter value reaches the limit using Matlab software application assistance. 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, is loading method which has the assumption that the total amount of the trip will be entirely charged to all segments of the road network. Test Validation using the coefficient of Determination (R^2). From the results of calculations with the help of Matlab is obtained by 0,0006. From the results of calculations with the help of EMME / 3, obtained by the total number of movements in Surakarta is 35923.9 smp / hour. The level of validation (R^2) is obtained by 0.77. Validation in the category of high, has 77% similarity with the original conditions on roads.

Keywords: MAT, software EMME/3, Matlab, Gravity Model, validation test

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya estimasi model sebaran pergerakan dengan menggunakan metode *gravity*. Selain itu untuk mengetahui tingkat validasi dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan. Penelitian ini dilakukan di kota Surakarta sebagai daerah kajian dengan membagi Surakarta menjadi 65 zona dengan 51 zona internal dan 14 zona eksternal. Jaringan jalan yang dianalisis adalah ruas jalan arteri dan ruas jalan kolektor. Metode yang digunakan adalah model *gravity* dengan batasan tarikan dan bangkitan sebagai model pengestimasi MAT 2013 dengan *software* EMME/3. Pada model ini terdapat parameter β yang berfungsi sebagai faktor penentu besarnya nilai sebaran yang terjadi di setiap zona. Metode kalibrasi untuk memperoleh parameter β yang nantinya digunakan dalam perhitungan MAT hasil estimasi (dengan fungsi hambatan Tanner) adalah metode kalibrasi Newton-Raphson. Kalibrasi ini dilakukan dengan proses pengulangan sampai nilai parameter mencapai batas konvergensi menggunakan bantuan aplikasi *software* Matlab. Nilai volume lalu lintas diperoleh dengan cara membebaskan matriks baru dan memasukan arus hasil pengamatan (*traffic count*) ke dalam jaringan jalan dengan metode pembebanan *User Equilibrium*, yaitu metode pembebanan yang memiliki asumsi bahwa jumlah total perjalanan akan seluruhnya dibebankan ke seluruh ruas pada jaringan jalan. Uji Validasi menggunakan koefisien Determinasi (R^2). Dari hasil perhitungan dengan bantuan *software* Matlab, diperoleh nilai β sebesar 0,0006. Dan dari hasil perhitungan dengan bantuan EMME/3, diperoleh total jumlah pergerakan kota Surakarta pada tahun 2013 adalah 37298,98 smp/jam. Tingkat validasi (R^2) yang didapatkan adalah sebesar 0,77. Masuk dalam kategori validasi tinggi, memiliki 77% kemiripan dengan kondisi asli di ruas jalan.

Kata kunci : MAT, software EMME/3, Matlab, Model Gravity, uji validasi

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan transportasi, model perencanaan yang sering digunakan adalah model perencanaan empat tahap. Salah satu tahap dalam model tersebut adalah distribusi pergerakan (trip distribution) yang direpresentasikan dalam bentuk Matriks Asal Tujuan (MAT). MAT memvisualkan jumlah pergerakan dari zona asal ke zona tujuan sehingga memegang peranan penting dalam proses perencanaan transportasi. Pembebanan Matriks Asal Tujuan (MAT) ke suatu jaringan transportasi bertujuan untuk mendapatkan arus lalu lintas di setiap ruas jalan dan total perjalanan di dalam jaringan yang ditinjau. Dengan ini, dapat diperoleh solusi untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi terutama kemacetan di jalan raya.

Pada penelitian ini digunakan Model *Gravity* dengan batasan tarikan dan bangkitan sebagai model pengestimasi MAT 2013. Pada model ini terdapat parameter β yang berfungsi sebagai faktor penentu besarnya nilai sebaran yang terjadi di setiap zona. Metode kalibrasi untuk memperoleh parameter β yang nantinya digunakan dalam perhitungan MAT hasil estimasi (dengan fungsi hambatan Tanner) adalah metode kalibrasi Newton-Raphson.

Kalibrasi ini dilakukan dengan proses pengulangan sampai nilai parameter mencapai batas konvergensi menggunakan bantuan aplikasi *software* Matlab. Proses mengestimasi matriks baru dari *prior matrix* dan *traffic count* serta proses pembebanan MAT ke dalam sistem jaringan transportasi menggunakan aplikasi *software* EMME/3. Hasil pembebanan matriks ini kemudian diuji validitasnya dengan cara koefisien determinasi (R^2) yaitu membandingkan arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas di lapangan (*traffic count*). R^2 merupakan besaran non negatif dan besarnya koefisien determinasi adalah antara angka nol sampai dengan angka satu ($0 \leq R^2 \leq 1$). Pembagian tingkat validitas berdasarkan besar nilai R^2 dibagi dalam beberapa interval, yaitu 0,80-1,00: sangat tinggi, 0,60-0,80: tinggi, 0,40-0,80: cukup tinggi, 0,20-0,40: rendah, dan 0,00-0,20: sangat rendah (tidak valid).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengambil data arus lalu lintas terkini (*traffic count*) di lokasi penelitian. Pelaksanaan survei dilaksanakan pada jam puncak pagi hari pukul 06.00 - 08.00 WIB. Setelah dilakukan pengumpulan data kemudian diolah menggunakan pedoman MKJI (1997). Pengumpulan data sekunder pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengambil data dari instansi terkait, dalam hal ini adalah instansi DPU Surakarta. Serta data-data yang dapat diambil dari laporan terdahulu

Pengolahan Data Arus Lalu Lintas

Pengolahan data lalu lintas dilakukan dengan urutan pertama mengubah konversi semua jenis satuan kendaraan kedalam bentuk satuan mobil penumpang sesuai dengan ketentuan MKJI 1997, hal ini dilakukan untuk menyamakan satuan dari semua jenis kendaraan yang disurvei pada pengumpulan data. Dilanjutkan menghitung kapasitas jalan berdasarkan tipe jalan, lebar jalan, hambatan samping, lebar bahu jalan, jarak kerb penghalang, serta jumlah penduduk sesuai dengan ketentuan MKJI 1997, dan menghitung waktu tempuh pada saat arus bebas dan arus saat ruas jalan dalam keadaan kapasitas maksimal sesuai dengan ketentuan MKJI 1997. Data-data yang diperoleh ini menjadi data input pada *software* EMME/3.

Perhitungan Matriks Asal Tujuan Hasil Estimasi

Matrik asal tujuan hasil estimasi diperoleh dengan urutan pertama adalah memasukkan basis data jaringan jalan yang berupa jenis moda, node, link, koordinat, kapasitas arus, lebar jalan, dan tipe jalan ke dalam program EMME/3 melalui *Network Editor* setelah basis data jaringan jalan diperoleh, selanjutnya memasukkan matriks awal (*prior matrix*) dari penelitian terdahulu, dan diperoleh matriks baru, untuk digunakan pada proses kalibrasi parameter dan dibebankan ke jaringan jalan untuk mendapatkan arus lalu lintas hasil pemodelan.

Kalibrasi Parameter Beta (β)

Proses kalibrasi parameter β dilakukan hingga nilai keduanya mencapai nilai yang konvergen. Metode yang digunakan adalah Metode Newton Raphson dengan fungsi hambatan Tanner. Fungsi hambatan Tanner digunakan untuk mengetahui berapa besar pergerakan transportasi yang terjadi di Kota Surakarta dengan memperhitungkan perjalanan yang berasal dari dalam dan luar kota. Proses kalibrasi parameter dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Matlab.

Estimasi Matriks Asal Tujuan Hasil Pemodelan

Estimasi MAT 2013 hasil pemodelan dilakukan dengan memasukkan nilai parameter β yang diperoleh dan dengan dibatasi oleh tarikan dan bangkitan pergerakan. Hasil estimasi ini yang akan menjadi gambaran total pergerakan hasil pemodelan.

Pembebanan Arus Lalu Lintas ke Jaringan Jalan

MAT 2013 hasil pemodelan dapat langsung dibebankan dengan EMME/3 melalui proses assignment. Tahap ini menghasilkan arus lalu lintas hasil pembebanan yang selanjutnya akan dibandingkan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan.

Uji Validasi

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang ditimbulkan dari arus lalu lintas hasil pengamatan dengan arus lalu lintas hasil perhitungan. Uji validitas dimaksudkan untuk mencari nilai koefisien determinasi R^2 .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil nilai parameter beta (β)

Kalibrasi Newton-Raphson dilakukan dengan mendapatkan Matrik Biaya (Cid) dan Matrik Perjalanan (Tid) hasil dari traffic count. Kalibrasi Newton-Raphson bertujuan untuk mencari nilai parameter β yang merupakan parameter fungsi hambatan (kemudahan atau aksesibilitas) antar zona. Proses kalibrasi dilakukan dengan bantuan software Matlab yang menghasilkan parameter β sebesar 0,0006.

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

h =
-9.3491e-07

beta =
0.0012

>> job2

f =
2.8643e+13

h =
-6.9558e-07

beta =
5.9930e-04

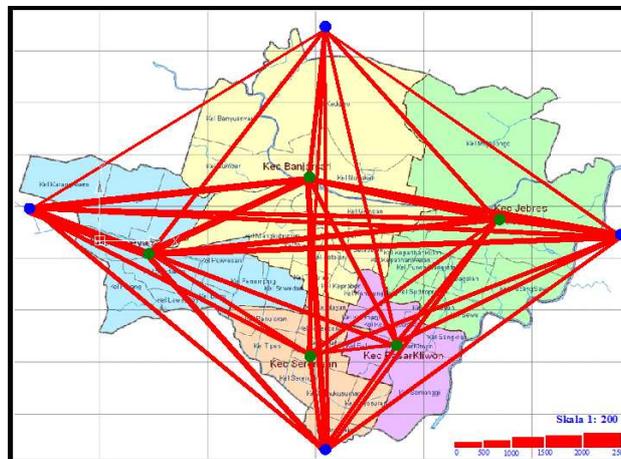
f >>
    
```

Gambar 1. Hasil Parameter Beta Dengan Program Matlab

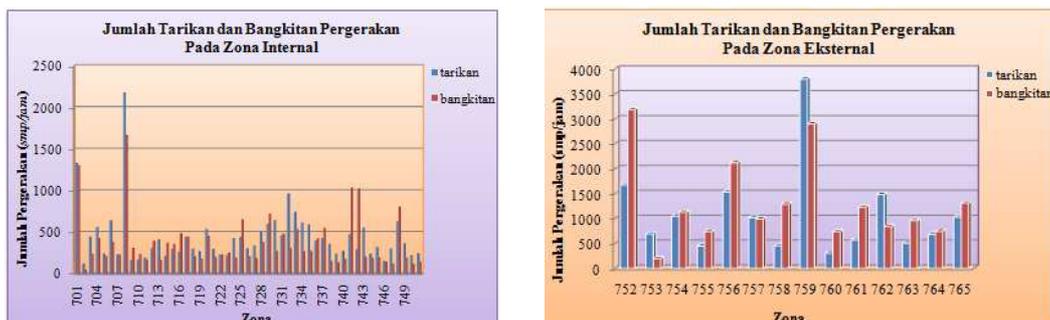
Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa setelah rumus kalibrasi Newton-Raphson dimasukkan ke software Matlab, diperoleh nilai h sebesar $-0,000000695 \approx 0$. Nilai ini telah menunjukkan konvergensi sehingga hasilnya sudah tidak berubah lagi. Nilai beta (β) diperoleh sebesar 0,0006.

Hasil nilai bangkitan dan tarikan wilayah internal dan eksternal

Total pergerakan yang terjadi antara MAT tahun 2013 hasil EMME/3 dengan MAT tahun 2013 setelah dimodelkan memiliki nilai yang sama yakni sebesar 37298,98 smp/jam. Dari estimasi matriks juga dapat dilakukan pengamatan terhadap pergerakan dari setiap zona. Besarnya pergerakan dapat dilihat dalam bentuk *desire line*/garis keinginan seperti pada Gambar 2. Pada gambar tersebut pergerakan internalnya digambarkan antar kecamatan sehingga terdapat 5 titik pada zona internal. Sedangkan pergerakan eksternal dibagi berdasarkan letak zona yang saling berdekatan, yaitu 4 titik di luar Kota Surakarta. Pergerakan yang tinggi digambarkan dalam garis yang tebal, sedangkan garis tipis digunakan untuk menggambarkan pergerakan yang tidak begitu tinggi.



Gambar 2. Garis Keinginan (*Desire Line*) Pembebanan Lalu Lintas Kota Surakarta tahun 2013



Gambar 3. Jumlah Tarikan dan Bangkitan Pergerakan Pada Zona Internal dan Zona Eksternal

Dari grafik di atas, menggambarkan tentang pergerakan yang terjadi pada zona internal dan eksternal. Nilai tarikan dan bangkitan pergerakan di setiap zona sama dengan nilai pada MAT 2013 sebelum dimodelkan. Hal ini dikarenakan batasan yang digunakan untuk pemodelan adalah batasan tarikan dan bangkitan pergerakan. Yang membedakan adalah nilai sebaran yang ada pada setiap zonanya, tergantung pada nilai β yang dimasukkan pada saat estimasi pemodelan yaitu nilai β sesuai dengan hasil kalibrasi. Jumlah tarikan dan bangkitan pergerakan pada zona Internal adalah arus lalu lintas tertinggi terjadi pada zona 708 yakni Kelurahan Purwosari dengan jumlah tarikan sebesar 2173,814 smp/jam dan jumlah bangkitan sebesar 1663,153 smp/jam. Hal tersebut dikarenakan Kelurahan Purwosari adalah daerah pemukiman padat penduduk serta banyak terdapat pertokoan. Sedangkan jumlah tarikan dan bangkitan pergerakan arus lalu lintas terendah terjadi pada zona 702 yakni Kelurahan Jajar dengan jumlah tarikan sebesar 118,416 smp/jam dan jumlah bangkitan sebesar 47,259 smp/jam. Pada zona eksternal, jumlah tarikan pergerakan arus lalu lintas tertinggi terjadi pada zona 759 yakni Daerah Palur Karanganyar dengan jumlah tarikan pergerakan sebesar 3796,578 smp/jam. Jumlah bangkitan pergerakan arus lalu lintas tertinggi terjadi pada zona 752 yakni Daerah Colomadu dengan jumlah bangkitan pergerakan sebesar 3186,978 smp/jam. Sedangkan jumlah tarikan pergerakan arus lalu lintas terendah terjadi pada zona 760 yakni Daerah Plupuh Sragen dengan jumlah tarikan pergerakan sebesar 306,358 smp/jam. Jumlah bangkitan pergerakan arus lalu lintas terendah terjadi pada zona 753 yakni Daerah Pabelan Kartosuro dengan jumlah bangkitan pergerakan sebesar 193,727 smp/jam.

Pergerakan Antar Zona



Gambar 4. Grafik Pergerakan Antar Zona

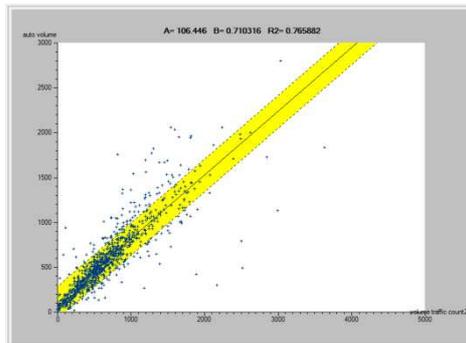
Dari grafik di atas, digambarkan pola pergerakan yang terjadi pada daerah antar zona. Dalam bentuk persentase, besarnya pola pergerakan antar zona diperoleh sebagai berikut :

- Internal-Internal : 24,67 %
- Internal-Eksternal : 23,54 %
- Eksternal-Internal : 27,26 %
- Eksternal-Eksternal : 17,25 %
- Intrazona : 7,28 %

Persentase besarnya nilai pergerakan arus lalu lintas tertinggi terjadi pada pergerakan eksternal ke internal yakni sebesar 27,26% dengan total pergerakan sebesar 10162,96 smp/jam. Sedangkan persentase besarnya nilai pergerakan arus lalu lintas terendah terjadi pada pergerakan intrazona sebesar 7,28% dengan total pergerakan sebesar 2715,03 smp/jam.

Uji Validitas

Dari tabel perbandingan arus hasil *traffic count* dengan arus hasil pembebanan, kemudian dilakukan uji validasi dengan menggunakan analisis regresi linier. Nilai koefisien determinasi (R^2) dari perbandingan arus hasil *traffic count* dan arus hasil pembebanan sebesar 0,77 terjadi galat sebesar 0,23. Nilai validasi tergolong dalam kategori tinggi, bila dilihat pada pembagian tingkat validitas berdasarkan besar nilai R^2 . Karena hasil penelitian 77% memiliki kemiripan dengan pergerakan yang terjadi di ruas jalan pada kenyataan. Galat yang terjadi dapat dipengaruhi oleh keterbatasan jumlah data, dimana jumlah data yang dibutuhkan cukup banyak dan membutuhkan biaya yang cukup besar untuk mendapatkan data tersebut.



Gambar 5. Grafik Uji Validasi Volume Lalu Lintas

SIMPULAN

Dari hasil penelitian, analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Nilai parameter β yang merupakan fungsi hambatan yang didapat dari proses Kalibrasi Newton-Raphson dengan bantuan *software* Matlab sebesar 0,0006.
2. Estimasi matrik asal-tujuan perjalanan dengan Model Gravity Batasan Tarikan dan Bangkitan Pergerakan menghasilkan total pergerakan sebesar 37298,98 smp/jam. Dalam bentuk persentase, besarnya pola pergerakan antar zona diperoleh sebagai berikut :
 - a. Internal-Internal : 24,67 %
 - b. Internal-Eksternal : 23,54 %
 - c. Eksternal-Internal : 27,26 %
 - d. Eksternal-Eksternal : 17,25 %
 - e. Intrazona : 7,28 %

Persentase besarnya nilai pergerakan arus lalu lintas tertinggi terjadi pada pergerakan eksternal ke internal yakni sebesar 27,26% dengan total pergerakan sebesar 10162,96 smp/jam. Sedangkan nilai terendah terjadi pada pergerakan intrazona sebesar 7,28% dengan total pergerakan sebesar 2715,03 smp/jam.
3. Perhitungan uji validasi dengan menggunakan koefisien determinasi (R^2) didapatkan nilai R^2 untuk perbandingan arus lalu lintas hasil *traffic count* dengan arus hasil pembebanan matrik ke jaringan jalan sebesar 0,77. Nilai R^2 tersebut masuk dalam kategori validitas tinggi. Karena hasil penelitian 77% memiliki kemiripan dengan pergerakan yang terjadi di ruas jalan pada kenyataan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, Bapak Dr. Eng. Ir. Syafi'i, MT dan Bapak Setiono, ST., M.Sc yang telah mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian ini, serta kepada seluruh rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim. 1997. Buku Pedoman Skripsi dan Laporan Kerja Praktek. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan sipil Universitas Sebelas Maret.
- Anonim. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Anonim. 2004. Undang-undang No. 38 Tahun 2004.
- 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.
- Junaedi, Tas'an. 2008. Analisa Perubahan Arus Lalulintas Dan Pengaruhnya Terhadap Matriks Asal Tujuan. Skripsi. Lampung: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Negeri Lampung.
- Miro, F. 2005. Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana, dan Praktisi. Jakarta : Erlangga.
- Nugroho, Dewi. 2007. Estimasi Matriks Asal Tujuan Dari Data Lalu Lintas dengan Metode Estimasi Kuadrat Terkecil (Aplikasi Software EMME/3). Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Nurmalia. 2009. Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Entropi Maksimum (Studi Kasus Kota Surakarta). Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.

- Rahman, Pamuko Aditya. 2010. Estimasi Model Sebaran Pergerakan Dari Data Arus Lalu Lintas Dengan Metode Steepest Descent Menggunakan Aplikasi Software EMME/3. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Revi Widyastuti. 2007. Estimasi Matriks Asal Tujuan Dari Data Arus Lalu Lintas Dengan Metode Estimasi Entropi Maksimum. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- R. Suyuti dan O.Z. Tamin. 2007. Penggunaan Model Gravity (GR) dalam Estimasi Matrik Asal-Tujuan (MAT) Menggunakan Data Arus Lalulintas. Symposium X FSTPT. Universitas Tarumanagara. Jakarta.
- Syafi'i, dkk. 2009. Estimasi Matriks Asal Tujuan (MAT) Perjalanan Dinamis (Time Dependent OD) dari Data Lalu Lintas. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi kedua. Bandung: ITB.
- Tanan, Natalia. 2009. Pemodelan Bangkitan-Tarikan Dan Sebaran Pergerakan Untuk Perencanaan Lalu Lintas Di Jaringan Jalan Kota Cimahi. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan-Bandung.
- Torgil Abrahamsson. 1998. Estimation of Origin-Destination Matrices Using Traffic Count. Interational Institut for Applied System Analysis: Austria
- William, Betty One. 2010. Analisis Pembebanan Jaringan Jalan Dengan Memasukkan Angkutan Umum Menggunakan Aplikasi Software EMME/3 (Studi Kasus Kota Surakarta). Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.