

# ESTIMASI MATRIKS ASAL TUJUAN PERJALANAN MENGGUNAKAN MODEL GRAVITY DENGAN FUNGSI HAMBATAN EKSPONENSIAL-NEGATIF DI KOTA SURAKARTA

Hendarwati Pamungkas<sup>1)</sup>, Syafi'i<sup>2)</sup>, Setiono<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

<sup>2,3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

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

Email :[hendarwatipamungkas89@yahoo.co.id](mailto:hendarwatipamungkas89@yahoo.co.id)

## Abstract

*Transportation problems such as congestion, noise and air pollution, accidents, delay and other problems happen because the bigger movement to fulfill life necessities which is more complex. It can be solved by using good transportation planning. MAT is a two-dimensional matrix contains information about the amount of movements inter location (zones) within a certain area. MAT can provide a detail indication of the movements need, so MAT plays important role in the study of transportation planning and management. This research was conducted in Surakarta by dividing the study area into 65 zones with 51 internal zones and 14 external zones. In analyzing of road network, it includes arterial roads and collector roads. The aims of this research are to determine the magnitude of Origin Destination Matrix estimation of the data traffic using application EMME / 3 at Surakarta in the year of 2013, and also the research is intended to know the level of validation of traffic flow using the result of modeling of traffic flow observation in the field. In this research to estimate the MAT in the plan, it use the limitation Gravity Model production and attraction movement. This research also uses Matlab software application to get the value of the parameter  $\beta$  with exponential-negative barrier function. The traffic volume value was obtained by imposing new matrix and incorporating current observation (traffic count) in the road network. Test validation using determination coefficient ( $R^2$ ). The value of parameter  $\beta$  by using application software Matlab is -0,00042. The result of the calculation by using EMME/3 shows the total number of estimation of movement Surakarta in the year of 2013 is 37298,98 smp/jam with level of validation ( $R^2$ ) is 0,78. This case shows the value ( $R^2$ ) of this study fall into the category of high validation, has 78% similarity to the original condition in Surakarta city streets.*

**Keywords:** MAT, Gravity Model, software EMME/3, Matlab

## Abstrak

Permasalahan transportasi seperti kemacetan, polusi suara dan udara, kecelakaan, tundaan dan berbagai masalah keselamatan terjadi karena adanya pergerakan yang semakin besar guna memenuhi kebutuhan hidup yang semakin kompleks. Hal ini dapat teratasi jika ada perencanaan transportasi yang baik. MAT adalah matriks berdimensi dua yang berisi informasi mengenai besarnya pergerakan antarlokasi (zona) di dalam daerah tertentu. MAT dapat memberikan indikasi rinci mengenai kebutuhan akan pergerakan sehingga MAT memegang peranan yang sangat penting dalam kajian perencanaan dan manajemen transportasi. 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. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya estimasi Matriks Asal Tujuan dari data lalu lintas menggunakan aplikasi software EMME/3 di Kota Surakarta pada tahun 2013, selain itu juga untuk mengetahui tingkat validasi dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan. Dalam penelitian ini untuk mengestimasi MAT pada tahun rencana digunakan Model Gravity dengan batasan tarikan dan bangkitan pergerakan. Pada penelitian juga digunakan aplikasi software Matlab untuk mendapatkan nilai parameter  $\beta$  dengan fungsi hambatan eksponensial-negatif. Nilai volume lalu lintas diperoleh dengan cara membebaskan Matriks baru dan memasukkan arus hasil pengamatan (*traffic count*) ke dalam jaringan jalan. Uji Validasi menggunakan koefisien Determinasi ( $R^2$ ). Besarnya nilai parameter  $\beta$  yang diperoleh dengan bantuan aplikasi software Matlab adalah -0,00042. Dari hasil perhitungan dengan bantuan EMME/3, diperoleh total jumlah estimasi pergerakan kota Surakarta pada tahun 2013 adalah 37298,98 smp/jam dengan tingkat validasi ( $R^2$ ) yang didapatkan sebesar 0,78. Hal ini menunjukkan nilai ( $R^2$ ) dari penelitian ini masuk dalam kategori validasi tinggi, memiliki 78% kemiripan dengan kondisi asli di ruas jalan Kota Surakarta.

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

## PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar yang terletak di Propinsi Jawa Tengah bagian selatan. Seperti halnya kota besar lainnya, Kota Surakarta sedang dalam proses pertumbuhan dan perkembangan yang pesat, serta mempunyai sifat-sifat kekotaan yang kuat. Sifat kekotaan ditunjukkan oleh potensi kependudukan, baik kuantitatif dalam arti, kepadatan dan pertumbuhan yang tinggi, maupun kualitatif dalam komposisi ketenagakerjaan dan pendidikan. Pertumbuhan dan perkembangan kota yang demikian pesat akan menuntut masyarakatnya untuk melakukan interaksi dengan banyak pihak dan banyak tempat. Hal tersebut akan meningkatkan jumlah pergerakan.

Dengan adanya pergerakan yang semakin besar dan tidak diimbangi dengan prasarana yang memadai akan menimbulkan permasalahan transportasi. Permasalahan ini dapat teratasi jika ada perencanaan transportasi yang baik. Dalam perencanaan transportasi, tahap pemodelan yang memperkirakan sebaran pergerakan yang meninggalkan suatu zona atau yang menuju suatu zona adalah distribusi pergerakan lalu lintas (*trip distribution*). Distribusi pergerakan ini yang dapat dipresentasikan dalam bentuk garis keinginan (*desire line*) atau dalam bentuk Matriks Asal Tujuan (MAT).

Dalam penelitian ini untuk mengestimasi MAT pada tahun 2013 digunakan Model Gravity dengan batasan tarikan dan bangkitan pergerakan. Dalam proses pengestimasi MAT dengan model ini dibutuhkan fungsi hambatan yang didalamnya terdapat parameter  $\beta$ . Metode kalibrasi yang digunakan untuk memperoleh parameter  $\beta$  adalah metode kalibrasi Newton-Raphson dengan fungsi hambatan eksponensial-negatif 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 (*Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium*). Kemudian hasil pembebanan matriks tersebut diuji validitasnya dengan cara membandingkan arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas di lapangan (*traffic count*).

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini mengambil wilayah studi di Kota Surakarta yang berada di Provinsi Jawa Tengah bagian selatan. Kota Surakarta terdiri dalam lima kecamatan dan 51 kelurahan. Zona yang dipakai dalam penelitian ini adalah 51 zona sesuai dengan jumlah kelurahan di Kota Surakarta ditambah dengan 14 zona lain yang berasal dari Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo. Penentuan lokasi *survey* lalu lintas untuk mendapatkan data didasarkan pada pertimbangan klasifikasi jalan, kondisi tata guna lahan disekitarnya, tingkat kepadatan lalu lintas, serta beberapa ruas Kota Surakarta.

### **Metode Analisis Data**

#### **Pengolahan Data Basis Jaringan Jalan**

Pengolahan Data Basis Jaringan Jalan dilakukan dengan cara mengubah konversi semua jenis satuan kendaraan kedalam bentuk satuan mobil penumpang sesuai dengan ketentuan MKJI 1997. Hal ini dilakukan untuk menyamakan satuan semua jenis kendaraan yang disurvei. Menghitung kapasitas jalan berdasarkan tipe jalan, lebar jalan, hambatan samping, lebar bahu jalan, jarak kerb – penghalang, dan jumlah penduduk sesuai ketentuan MKJI 1997. Menghitung waktu tempuh yang diperlukan sesuai kendaraan untuk menempuh suatu ruas jalan tertentu dengan satuan detik, sesuai ketentuan MKJI 1997. Data – data yang telah diperoleh tersebut menjadi data input pada *software* EMME/3.

#### **Matriks Hasil Estimasi oleh EMME/3**

Dari data basis jaringan jalan yang telah didapat, selanjutnya jenis moda, node, link, koordinat, kapasitas arus, lebar jalan, tipe jalan dan matriks asal (*prior matrix*) dimasukkan ke program EMME/3. Hasil matriks baru dari hasil EMME/3 selanjutnya digunakan untuk proses kalibrasi parameter dan dibebankan ke jaringan jalan untuk mendapatkan arus lalu lintas hasil pemodelan.

#### **Kalibrasi Parameter Beta ( $\beta$ )**

Parameter beta dilakukan dengan proses kalibrasi sampai nilai beta ( $\beta$ ) mencapai nilai konvergen yaitu sampai nilai  $h$  yang diperoleh mendekati 0 sehingga nilai beta ( $\beta$ ) tidak berubah lagi. Pada penelitian ini metode kalibrasi yang dipergunakan adalah Metode Kalibrasi Newton-Raphson. Fungsi hambatan yang dipergunakan adalah fungsi hambatan eksponensial-negatif. Fungsi hambatan eksponensial negative dipergunakan untuk mengetahui besar pergerakan transportasi yang terjadi di Kota Surakarta dengan memperhitungkan perjalanan yang berasal dari dalam kota Surakarta. Proses kalibrasi parameter dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Matlab.

#### **Estimasi Matriks Asal Tujuan Hasil Pemodelan**

Proses kalibrasi parameter menghasilkan nilai  $\beta$  yang dilanjutkan dengan mengestimasi MAT 2013 dengan parameter tersebut dan dibatasi oleh tarikan dan bangkitan pergerakan. Hasil estimasi ini yang akan menjadi gambaran total pergerakan hasil pemodelan.

#### **Pembebanan Arus Lalu Lintas ke Jaringan Jalan**

Hasil MAT 2013 kemudian dibebankan dengan bantuan software EMME/3 melalui proses assignment. Tahap ini akan menghasilkan arus lalu lintas hasil pembebanan yang selanjutnya akan dibandingkan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan.

**Uji Validasi**

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang ditimbulkan dari arus lalu lintas hasil pengamatan dengan arus lalu lintas hasil perhitungan. Uji validasi dimaksudkan untuk mencari nilai koefisien determinasi R<sup>2</sup>.

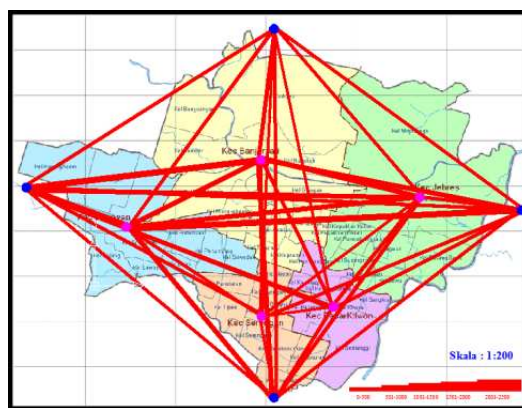
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Fungsi Hambatan**

Proses Kalibrasi Newton-Raphson yang dilakukan dengan bantuan *software* Matlab memberikan nilai parameter  $\beta$  sebesar -0,00042.

**Pergerakan Arus Lalu Lintas Kota Surakarta Tahun 2013**

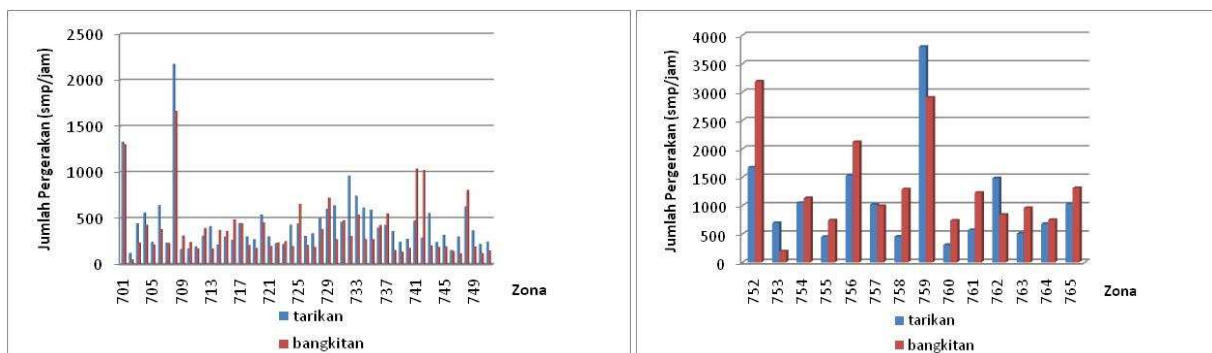
Besarnya pergerakan antar zona hasil estimasi, dapat dilihat dalam bentuk *desire line*/garis keinginan.



**Gambar 1.** Garis Keinginan (*Desair Line*) Pembebanan Lalu Lintas Kota Surakarta Tahun 2013

Pada gambar tersebut pergerakan internalnya digambarkan antar kecamatan sehingga ada 5 titik internal. Pada pergerakan eksternal dibagi berdasarkan zona – zona yang saling berdekatan, yaitu ada 4 titik di luar Kota Surakarta. Pergerakan yang tinggi digambarkan dalam garis yang tebal, sedangkan garis tipis menggambarkan pergerakan yang tidak begitu tinggi.

Untuk lebih mempermudah dalam mengamati pola arus lalu lintas Kota Surakarta Tahun 2013, dapat dilihat dari pergerakan setiap zona.

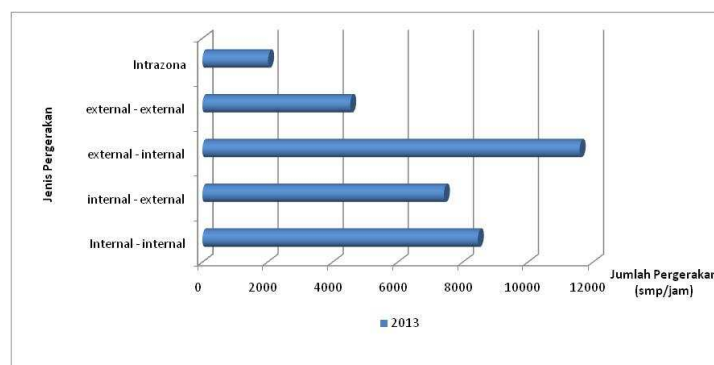


**Gambar 2.** Grafik Jumlah Tarikan dan Bangkitan Pergerakan Pada Zona Internal dan Zona Eksternal 2013

Dari grafik tersebut menggambarkan jumlah tarikan dan bangkitan pergerakan pada zona internal dan eksternal Kota Surakarta pada tahun 2013. Batasan pergerakan yang digunakan untuk pemodelan adalah batasan tarikan dan bangkitan pergerakan, sehingga jumlah nilai tarikan dan bangkitan pergerakan pada setiap zona sama dengan nilai MAT Kota Surakarta pada tahun 2013 sebelum dimodelkan. Yang membedakan adalah nilai sebaran pergerakan yang terjadi pada setiap zona yang tergantung pada nilai parameter  $\beta$  hasil kalibrasi. Jumlah tarikan dan bangkitan pada zona internal pada tahun 2013 menggambarkan pergerakan yang terjadi dengan jumlah tarikan dan bangkitan pergerakan terbesar berasal dari zona 708 yaitu pada Kelurahan Purwosari dengan jumlah

pergerakan yang terjadi sebesar 2173,814 smp/jam dan 1663,153 smp/jam. Hal tersebut dapat dikarenakan Kelurahan Purwosari merupakan daerah padat penduduk juga merupakan daerah pusat perbelanjaan, rumah sakit dan perkantoran, sehingga tarikan dan bangkitan pergerakan terbesar terjadi pada zona ini dibandingkan dengan zona – zona lainnya. Sedangkan pergerakan arus lalu lintas terkecil terjadi pada zona 702 yaitu Kelurahan Jajar dengan jumlah pergerakan yang terjadi sebesar 118,4157 smp/jam. Pada zona eksternal menggambarkan tentang pergerakan yang terjadi dengan jumlah tarikan pergerakan terbesar berasal pada zona 759 yaitu Palur Karanganyar dengan total pergerakan yang terjadi sebesar 3796,578 smp/jam. Hal tersebut dapat dikarenakan zona 759 merupakan pintu masuk Kota Surakarta dari arah Surabaya dan pada zona tersebut merupakan kawasan perindustrian. Sedangkan tarikan pergerakan terkecil pada zona eksternal berasal pada zona 760 yaitu Plupuh Sragen dengan total pergerakan yang terjadi 306,3585 smp/jam. Bangkitan pergerakan terbesar pada zona eksternal berasal dari zona 752 yaitu Colomadu dengan jumlah total pergerakan 3186,978 smp/jam. Hal tersebut dapat dikarenakan Colomadu merupakan pintu masuk Kota Surakarta dari arah Boyolali. Sedangkan bangkitan pergerakan terkecil pada zona eksternal berasal pada zona 753 yaitu Pabelan Kartosuro dengan total pergerakan yang terjadi 193,7269 smp/jam.

Besar pergerakan arus lalu lintas Kota Surakarta Tahun 2013 juga dapat digambarkan dari pergerakan antar zona internal-internal, internal-eksternal, eksternal-internal, eksternal-eksternal dan intrazona.



**Gambar 3.** Grafik Pergerakan Antar Zona

Dari grafik tersebut terlihat bahwa pergerakan terbesar terjadi dari zona eksternal menuju internal. Dalam bentuk persentase total pergerakan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Internal – Internal : 24,87%
2. Internal – Eksternal : 21,8%
3. Eksternal – Internal : 34,05%
4. Eksternal – Eksternal: 13,34%
5. Intrazona : 5,93%.

Dari hasil persentase total pergerakan antar zona internal-internal, internal-eksternal, eksternal-internal, eksternal-eksternal dan intrazona di Kota Surakarta pada tahun 2013 pergerakan zona terbesar pada eksternal – internal sebesar 34,05%. Hal ini memberikan gambaran bahwa Kota Surakarta merupakan daerah tarikan pergerakan yang disebabkan oleh kemajuan sektor ekonomi, budaya dan pariwisata serta pendidikan. Oleh karena itu, pergerakan di sekitar Kota Surakarta sangat mempengaruhi pergerakan di dalam kota Surakarta.

### Uji Validitas tahun 2013

Dari tabel perbandingan arus hasil *traffic count* dan arus hasil pembebanan. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dari perbandingan arus hasil *traffict count* dan arus hasil pembebanan sebesar 0,78 sehingga terjadi galat sebesar 22% . Artinya nilai  $R^2$  dari penelitian ini menunjukkan hasil yang tinggi.

### SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan untuk mengestimasi dan membebaskan matriks asal tujuan perjalanan ke jaringan jalan Kota Surakarta dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai parameter  $\beta$  yang didapat dari proses Kalibrasi Newton-Raphson dengan bantuan *software* Matlab sebesar -0,00042.
2. Estimasi matriks asal tujuan perjalanan dengan Model *Gravity* Batasan Tarikan dan Bangkitan Pergerakan menghasilkan total pergerakan sebesar 37298,98 smp/jam. Dalam bentuk persentase total pergerakan yang terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Internal – Internal : 24,87%
  - b. Internal – Eksternal : 21,8%
  - c. Eksternal – Internal : 34,05%
  - d. Eksternal – Eksternal : 13,34%
  - e. Intrazona : 5,93%
3. Perhitungan uji validitas dengan menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan membandingkan arus hasil *traffic count* dengan arus hasil model sebesar 0,78 dengan rentang koefisien determinasi  $R^2$  0,60 – 0,80 yang termasuk dalam tinggi. Hal ini menunjukkan nilai ( $R^2$ ) dari penelitian ini menunjukkan hasil yang tinggi. Berarti penelitian ini mendekati 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 yang telah mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian ini, serta kepada seluruh rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

### REFRENSI

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Nugroho, Dewi. 2007. *Estimasi Matriks Asal Tujuan Dari Data Lalu Lintas Dengan Metode Estimasi Kuadrat Terkecil (Aplikasi Software EMME/3)*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nurmalia. 2009. *Estimasi Matrik Asal Tujuan dari Data Lalu Lintas dengan Metode Entropi Maksimum (Studi Kasus Kota Surakarta)*. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- 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.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi kedua*. Bandung: ITB.
- Torgil Abrahamsson. 1998. *Estimation of Origin-Destination Matrices Using Traffic Count*. Interational Institut for Applied System Analysis: Austria
- Widyasari, Rr. Dian Indriyani. 2010. *Estimasi Kinerja dan Strategi Penanganan Jaringan Jalan Kota Surakarta Tahun 2020 dan 2030*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Wahyudi, Anton. 2010. *Pengaruh Jumlah Data Traffic Count Terhadap Tingkat Akurasi Matriks Asal Tujuan (MAT) dan Arus Lalu Lintas dengan Menggunakan Software EMME/3 (Studi Kasus Kota Surakarta)*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret.