

LAPORAN PENELITIAN

**STUDI PEMILIHAN METODA *TRIP ASSIGNMENT*
UNTUK PEMODELAN KEBUTUHAN TRANSPORTASI
KOTA SURABAYA**



Oleh

**ASRIL KURNIADI
ACHFAS ZACOE
YATNANTA PADMA DEVIA**

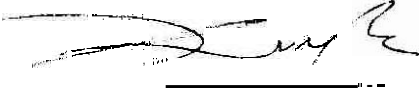
**Penelitian ini dibiayai oleh Dana Pembinaan Pendidikan (DPP)
Universitas Brawijaya dengan kontrak nomor : 130/J10.131/PG/2001
Tanggal 28 April 2001**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2001**

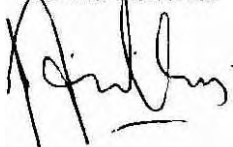
**PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN**

1. a Judul **STUDI PEMILIHAN METODA TRIP
ASSIGNMENT UNTUK PERAMALAN
KEBUTUHAN TRANSPORTASI KOTA
SURABAYA**
- b Bidang ilmu Teknik Sipil Transportasi
- c Kategori . 1
- 2 KETUA PENELITIAN
- a Nama lengkap dan gelar Asril Kurniadi, ST., MT.
- b Pangkat/golongan/NIP Pnata Muda/IIIA/132 258 190
- c Jabatan fungsional Asisten ahli
- d Jabatan Struktural Wk. Ka. Laboratorium Transportasi
- e fakultas/jurusan Teknik/Teknik Sipil
- f Bidang keahlian Tekaik Sipil Transportasi
- g Pusat penelitian Lab. Transportasi Jur. Teknik Sipil FTUB
3. Personalia
- a Anggota peneliti 2 (dua) orang
- b Pembantu/teknisi
- 4 Lokasi penelitian . Kota Surabaya
5. Lama penelitian : 6 (enam) bulan
- 6 Biaya penelitian Rp 2 981 250
(Dua juta sembilan ratus delapan puluh satu ribu dua ratus lima puluh rupiah)

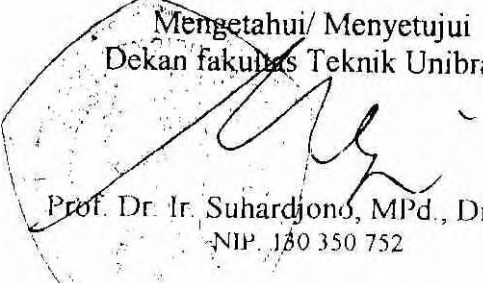
Mengetahui
Ketua BPP fakultas Teknik Unibraw.


Ir. Arif Rachmansyah, PhD
NIP.132 059 306

Malang, Oktober 2001
Ketua Peneliti


Asril Kurniadi, ST., MT
NIP. 132 258 190

Mengetahui/ Menyetujui
Dekan fakultas Teknik Unibraw


Prof. Dr. Ir. Suhardjono, MPd., Dipl. HE
NIP. 180 350 752

THE STUDY OF TRIP ASSIGNMENT METHODS CHOICE FOR TRANSPORTATION DEMAND MODELING IN SURABAYA CITY

ABSTRACT

Some Trip Assignment methods have been known to identify road route used by driver. This route identification will get amount of traffic volume in every link. However, there is no research so far to find the best method for such case in Indonesia, especially Surabaya.

This research was using three methods to identify route choice by road user. They were All or Nothing, Incremental Loading and Equilibrium Methods. Vehicle movement data in Surabaya was used, and also three impedance link functions. They were distance, time and cost.

Distribution of private car model of Surabaya was used to estimate vehicle movement distribution. This model was the result of *Surabaya Integrated Transportation Network Planning (SITNP)* year 1995. Then traffic volume resulted by modeling process will be compared to real traffic volume resulted by field survey. Traffic volume used as comparison was traffic volume in 15 links and turning movement in 23 road sections in Surabaya consist of arterial road, collector and radial movement, through traffic and diversion movement.

This research obtained *Trip Assignment Incremental* method 10% with *time impedance* gave statistically the best traffic volume estimation with level of significance is 95%. Empirical Formula between estimated traffic volume and real traffic volume could be also counted.

This research can be used to calibrate estimated traffic volume against real traffic volume in transportation modeling especially in Surabaya.

2.4.3. Model pemilihan motla.....	16
2.4.4. Model pemilihan rute.....	17
2.5. Konsep model pemilihan rute.....	17
2.5.1. Metoda All or Nothing.....	18
2.5.2. Metoda pembebanan bertahap (Incremental Loading)...	22
2.5.3. Metoda keseimbangan (Equilibrium).....	25
2.6. Pengujian statistika dalam pemodelan transportasi.....	26
2.6.1 Pengujian statistik dengan menggunakan metoda analisis korelasi.....	27
2.7 Program komputer bagi proses pemodelan transportasi.....	28
2.8. Program <i>TRANPLAN</i>	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan penelitian.....	31
3.2. Model sebaran pergerakan.....	34
3.3. Model pemilihan rute.....	34
3.4. Program komputer	34
3.5. Indikator pengujian statistik.....	35
3.6 Data daerah studi.....	36
3.7. Observasi lapangan.....	39

BAB IV HASIL PENGUMPULAN DATA

4.1. Data-data yang dibandingkan..	41
4.2, Hasil survei lapangan.....	41

4.3 Data hasil estimasi dengan menggunakan Program TRANPLAN	42
---	----

BAB V ANALISIS DATA PENELITIAN

5.1. Metoda analisis.....	44
5.2. Analisis penentuan kriteria ambang batas penerimaan/penolakan pada nilai parameter statistik.....	46
5.3. Hasil perhitungan nilai parameter statistik.....	47
5.3.1. Pembahasan berdasarkan nilai hasil analisis korelasi..	48
5.3.1.1. Pembahasan berdasarkan nilai R ..	48
5.3.1.2. Pembahasan berdasarkan nilai intersep terhadap sumbu ordinat $y(0,0)$	50
5.3.1.3. Pembahasan berdasarkan nilai koefisien slope	52
5.3.2. Pembahasan berdasarkan nilai RMSE.....	54
5.4 Total nilai-nilai parameter hasil penelitian.....	57
5.5. Persamaan empiris volume estimasi dengan menggunakan metoda Trip Assignment.....	58
5.6. Kesimpulan.....	58

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	60
6.2. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem Transportasi Makro	6
Gambar 2.2.	Daerah kajian sederhana dengan definisinya	9
Gambar 2.3	Empat variasi urutan konsep urama pemodelan transportasi	12
Gambar 2.4.	Diagram pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap angkutan Pribadi	13
Gambar 2.5.	Metode untuk mendapatkan Matriks Asal-Tujuan (MAT)	15
Gambar 2 6	Metoda untuk mengidentifikasi pemilihan rute	18
Gambar 2 7	Biaya berjalan kendaraan	25
Gambar 2 8	TRANPLAN Input/Output	31
Gambar 3 1	Diagram alir metoda penelitian	33
Gambar 3.2	Peta pembagian zona daerah studi Kotamadya Surabaya	36
Gambar 3 3	Peta jaringan jalan daerah studi Kotamadya Surabaya	37
Gambar 3.4.	Peta lokasi survey	38
Gambar 5.1.	Grafik Nilai R^2 Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda <i>Trip Assignment</i>	49
Gambar 5.2.	Grafik Nilai Intersep Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda <i>Trip Assignment</i>	51
Gambar 5.3	Grafik Nilai Koefisien Slope Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda <i>Trip Assignment</i>	53
Gambar 5 4	Grafik Nilai RMSE Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda <i>Trip Assignment</i>	55
Gambar 5 5	Grafik Persentase Nilai RMSE data Estimasi vs data Survey untuk masing-masing Metoda <i>Trip Assignment</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Biaya dan arus yang melalui jalan tembus dan jalan pintas	24
Tabel 2.2. Perangkat lunak perencanaan transportasi	29
Tabel 3.1. Lokasi ruas jalan untuk survey langsung	39
Tabel 3.2. Lokasi persimpangan untuk survey langsung	39
Tabel 5.1. Ambang batas penerimaan/penolakan nilai-nilai parameter statistik	47
Tabel 5.2. Ambang batas penerimaan/penolakan nilai RMSE	47
Tabel 5.3. Klasifikasi status Metoda <i>Trip Assignment</i> berdasarkan nilai R^2	50
Tabel 5.4. Klasifikasi status Metoda <i>Trip Assignment</i> berdasarkan nilai Intersep	52
Tabel 5.5. Klasifikasi status Metoda <i>Trip Assignment</i> berdasarkan nilai Koefisien Slope	54
Tabel 5.6. Klasifikasi status Metoda <i>Trip Assignment</i> berdasarkan nilai RMSE	56
Tabel 5.7. Total nilai-nilai parameter hasil penelitian	57

BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang dan Perumusan Masalah

1.1. Latar Belakang

Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan dalam suatu jaringan dapat diprediksi sebagai hasil proses kombinasi estimasi informasi Matriks Asal-Tujuan (MAT), deskripsi sistem jaringan jalan dan pemodelan pemilihan rute. Prosedur pemilihan rute bertujuan niemodel perilaku pemakai jalan dalam memilih rute yang menurut mereka terbaik untuk menyelesaikan perjalanannya. Terbaik disini berarti bahwa rute yang dipilih adalah yang meminimumkan biaya perjalanan, waktu tempuh, jarak, kemacetan dan antrian

Namun dalam pelaksanaannya adalah sangat sukar untuk menghasilkan persamaan biaya gabungan yang menggabungkan semua faktor tersebut di atas. Selain itu, sangat tidak praktis memodel semua faktor tersebut sehingga harus digunakan beberapa asumsi dan pendekatan tertentu

Salah satu pendekatan yang senng digunakan adalah dengan mempertimbangkan dua faktor utama dalam pemilihan rute yaitu biaya dan *nilai waktu* dimana braya pergerakan diasumsikan proporsional terhadap jarak tempuh. Namun beberapa penelitian memberikan bukti kuat bahwa waktu tempuh mempunyai bobot lebih dominan daripada jarak tempuh bagi pergerakan di dalam



kota Faktor-faktor inilah yang dijadikan dasar dalam pengembangan metoda pemilihan rute (*Trip Assignment*).

Beberapa metoda yang sudah dikenal dalam proses estimasi volume arus lalu lintas suatu jaringan jalan adalah metoda *All or Nothing*, *Incremental Loading* (*pembebanan bertahap*) dan metoda *Equilibrium*. Masing-masing metoda memiliki beberapa keuntungan dari segi teori maupun praktis.

Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan (Sulistio, 1992, 1996; Tamin, 1986, 1988a, dll) menunjukkan eksistensi dari metoda-metoda pemilihan rute tersebut dalam membantu proses estimasi volume arus lalu lintas ruas jalan maupun jaringan jalan. Untuk kasus di Kota Surabaya sendiri, beberapa proyek penelitian maupun proyek-proyek pemerintah mengenai estimasi volume arus lalu lintas di jaringan jalan Kota Surabaya (contoh : SITNP, 1995) telah menggunakan metoda *Trip Assignment* dalam pemodelan mereka . Tetapi sampai sejauh ini belum pernah ada penelitian tentang metoda *Trip Assignment* manakah yang paling sesuai untuk diterapkan dalam proses estimasi volume arus lalu lintas jaringan jalan di Kota Surabaya . Metoda paling sesuai yang dimaksud adalah yang menghasilkan estimasi dengan validitas dan tingkat kecermatan yang tinggi sehingga volume arus lalu lintas hasil estimasi bisa mendekati volume arus lalu lintas yang sebenarnya dan sesuai dengan kondisi sistem jaringan dan arus lalu lintas di Kota Surabaya. Sehingga pengujian beberapa metoda *Trip Assignment* dengan menggunakan data pergerakan kendaraan di Kota Surabaya ini sangat menarik untuk dicoba.

1.2. Perurnusan Masalah

Dengan kelebihan yang dimiliki masing-masing metoda *Trip Assignment* baik dan segi praktis maupun teori, menuntur para peneliti untuk terus mengkaji dan mengembangkan penggunaan metoda-metoda pemilihan rute (*Trip Assignment*) sehingga mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap proses estimasi volume arus lalu lintas, khususnya lalu lintas dalam kota.

Dalam suatu proses estimasi volume arus lalu lintas, pemilihan metoda pemilihan rute akan sangat mempengaruhi tingkat kecermatan maupun validitas hasil estimasi yang dicapai. Sampai saat ini belum ada penelitian ilmiah yang meneliti secara khusus tentang metoda pemilihan rute yang paling sesuai untuk kasus di Kota Surabaya. Kriteria sesuai yang dimaksud adalah metoda yang dipakai adalah metoda yang memasukkan faktor-faktor lalu lintas yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik lalu lintas di Kota Surabaya, sehingga pengujian beberapa metoda *Trip Assignment* dengan menggunakan data pergerakan kendaraan di Kota Surabaya ini sangat menarik untuk dicoba.

Permasalahan lain yang ada adalah besar perbedaan yang dihasilkan oleh masing-masing metoda estimasi pemilihan rute tersebut jika dibandingkan dengan data nyata yang ada di lapangan. Apabila perbedaan data estimasi yang dihasilkan menunjukkan secara jelas satu metoda menghasilkan estimasi yang lebih mendekati data nyata secara keseluruhan maka metoda tersebut sudah bisa disimpulkan sebagai yang paling sesuai. Namun, bila dihasilkan perbedaan data estimasi yang tidak begitu jauh antar hasil masing-masing metoda terhadap data nyata yang ada, maka perlu diidentifikasi parameter-parameter apa saja yang bisa dan sesuai untuk dijadikan dasar bagi penentuan metoda pemilihan rute yang paling sesuai. Identifikasi

dilakukan berdasarkan pembobotan parameternya dalam menentukan karakteristik maupun hasil estimasi volume lalu lintas di Kota Surabaya

2. Tujuan dan **Batasan Penelitian**

2.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji beberapa metoda *Trip Assignment* seperti *All or Nothing*, *Incremental Loading* dan *Equilibrium* dengan menggunakan data pergerakan kendaraan di Kota Surabaya, dimana diharapkan

- 1 Mendapatkan volume pergerakan pada setiap jalan di jaringan jalan Kota Surabaya
2. Mendapatkan metoda *Trip Assignment* yang paling sesuai untuk diterapkan sesuai dengan kondisi arus lalu lintas dan jaringan jalan di Kota Surabaya.
- 3 Mengidentifikasi parameter penentu dalam pemilihan metoda *Trip Assignment* untuk peramalan volume lalu lintas jaringan jalan Kota Surabaya

2.2. **Batasan Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan data dan model pergerakan kendaraan Kota Surabaya yang merupakan hasil studi SITNP pada tahun 1995 yang kemudian divalidasikan sehingga diasumsikan sebagai model pergerakan kendaraan Kota Surabaya untuk tahun 1999. Penelitian metoda pemilihan rute difokuskan hanya pada Matriks Asal-Tujuan (MAT) penumpang angkutan pribadi dengan data pembandingnya adalah data arus lalu lintas ruas jalan hasil studi yang sudah ada ditambah dengan data ruas jalan hasil survey langsung di lapangan. Sedangkan untuk proses estimasi pemilihan rute dilakukan dengan bantuan program TRANPLAN.

BAB 11

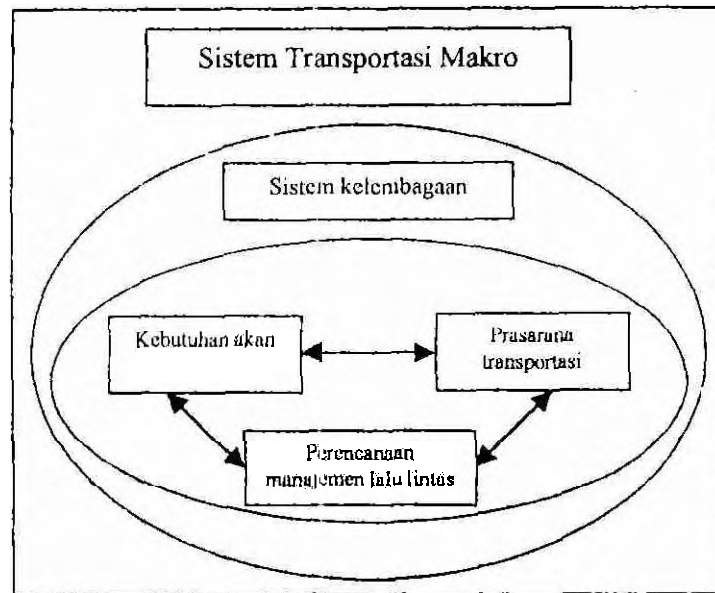
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perencanaan **Manajemen Lalu lintas** Perkotaan

Kernacetan dan tundaan di daerah perkotaan merupakan masalah kritis yang dihadapi banyak kota besar di negara sedang berkembang, misalnya Indonesia. Persoalan ini timbul disebabkan oleh beberapa faktor seperti urbanisasi, pertumbuhan penduduk yang tinggi, laju pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan lalu lintas yang tinggi.

Kernacetan, keterlambatan, polusi suara dan pencemaran lingkungan merupakan sebagian dari permasalahan yang timbul akibat dari faktor-faktor tersebut. Untuk mengatasinya perlu dilakukan beberapa tindakan seperti menambah jaringan jalan, menerapkan perencanaan dari aplikasi manajemen lalu lintas, menetapkan kebijakan transportasi, termasuk angkutan umum.

Transportasi dalam arti luas bagi kawasan perkotaan harus dikaji dalam bentuk kajian sistem yang terdiri dari beberapa komponen yang saling terkait dan harus dilihat secara menyeluruh secara komprehensif. Sistem tersebut dikenal dengan sistem transportasi secara menyeluruh (makro) yang dapat dipcahkan menjadi beberapa sistem transportasi mikro yang masing-masing saling terkaif dan saling mempengaruhi seperti terlihat pada Gambar 3.1. Sistem Transportasi Makro.



Gambar 2.1. Sistem Transportasi Makro
 Sumber Tamin, 1997

Salah satu faktor penting seperti terlihat pada gambar adalah perencanaan manajemen lalu lintas perkotaan. Dalam kondisi dimana suatu kota mengalami masalah kemacetan dan tundaan yang begitu tinggi serta terbentur pada aspek tata guna lahan yang sedemikian rumit, maka perencanaan manajemen lalu lintas adalah alternatif solusi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Perencanaan manajemen lalu lintas yang sistematis dapat menjadi dasar bagi pengembangan kota serta menjadi informasi bagi pemecahan permasalahan transportasi yang ada. Salah satu bentuk perencanaan manajemen lalu lintas perkotaan adalah membuat informasi mengenai pola perjalanan atau pergerakan manusia dan/atau barang yang biasanya diwakili dengan Matriks Asal-Tujuan (MAT). MAT ini merupakan hasil dari suatu proses yang disebut dengan *Pemodelan Transportasi Tujuan dasar* dan pemodelan transportasi ini adalah memperkirakan jumlah serta lokasi kebutuhan akan

transportasi (misal menentukan total pergerakan, baik angkutan umum maupun pribadi) pada masa mendatang atau pada tahun rencana yang akan digunakan untuk berbagai kebijakan investasi perencanaan transportasi

Perencanaan manajemen lalu lintas perkotaan pada pelaksanaannya menuntut keterkaitan dari berbagai pihak seperti pemerintah, swasta serta masyarakat secara menyeluruh. Melalui keterkaitan tersebut terdapat beberapa individu, kelompok, instansi pemerintah serta swasta yang terlibat dalam setiap sistem transportasi mikro. Jadi, secara umum dapat dikatakan bahwa pemerintah, swasta dan masyarakat seluruhnya memegang peranan penting dalam mengatasi permasalahan dalam sistem transportasi perkotaan

2.2. Pengertian Permodelan Transportasi

Tujuan dasar proses perencanaan transportasi adalah memperkirakan jumlah serta lokasi kebutuhan akan transportasi (contoh menentukan total pergerakan, baik untuk angkutan umum maupun angkutan pribadi) pada masa mendatang atau pada tahun rencana yang akan digunakan untuk berbagai kebijakan investasi perencanaan transportasi (Tamin, 1997)

Terdapat beberapa skala perencanaan sistem transportasi, khususnya untuk perkotaan yaitu skala panjang, menengah dan pendek. Kajian skala panjang biasanya ditujukan untuk merencanakan kota baru. Kajian skala pendek (maksimum 5 tahun) biasanya berupa kajian manajemen transportasi yang lebih menekankan dampak kebijakan manajemen lalu lintas terhadap perubahan role suatu moda transportasi

Di antara kedua kajian tersebut terdapat kajian transportasi berskala menengah (umur rencana 10-20 tahun) Dalam kajian transportasi skala menengah ini dikenal adanya hubungan bentuk *kuantitatif* (model matematis) yang dipergunakan untuk memperkirakan besarnya kebutuhan akan transportasi sebagai akibat adanya kegiatan yang dilakukan pada tata guna lahan Model transportasi yang dikembangkan digunakan untuk lebih memahami hubungan yang terjadi dalam suatu kota, yaitu antara tata guna lahan (kegiatan), transportasi (jaringan), dan lalu lintas (pergerakan) (Tamin, 1997) Model transportasi ini pada prakteknya terus dimodifikasi dan diperbaiki oleh pihak pemerintah dengan maksud agar nantinya bisa dijadikan dasar perencanaan investasi untuk suatu fasilitas transportasi yang baru

2.3. Daerah kajian dalam pemodelan transportasi

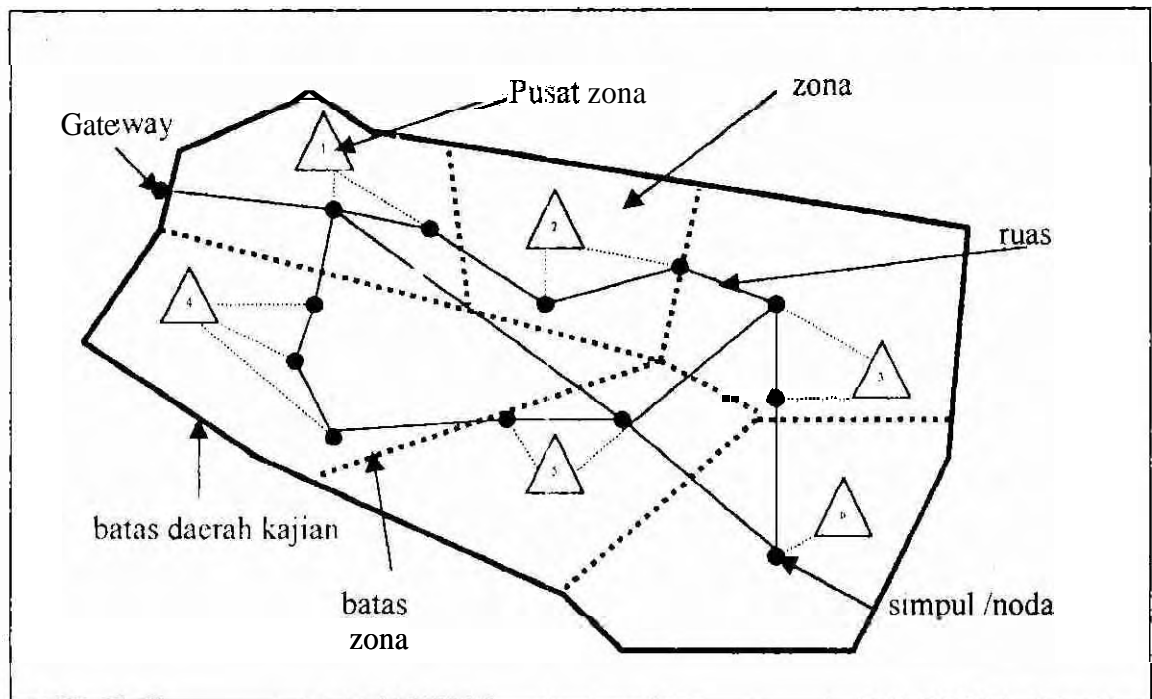
Dalam suatu pemodelan sistem kota yang diatur dengan cara yang kompleks dibutuhkan suatu cara untuk menyederhanakan hubungan antara jalan, bangunan dan aktivitas yang terdapat di dalamnya Penyederhanaan yang dimaksud harus dapat menghubungkan unsur dunia nyata secara masuk akal. Hal pertama yang harus ditentukan dalam mendefinisikan sistem zona (kegiatan) dan sistem jaringan adalah cara membedakan daerah kajian dengan daerah atau wilayah lain di luar daerah kajian.

Beberapa arahan dalam hal pembedaan daerah kajian tersebut antara lain

- I. Untuk kajian yang bersifat strategis, daerah kajian harus didefinisikan sedemikian rupa sehingga mayoritas pergerakan mempunyai zona asal dan zona tujuan di dalam daerah kajian tersebut.

2. Daerah kajian sebatknya sedikit lebih luas daripada daerah yang akan diamati sehingga kemungkinan adanya perubahan zona tujuan atau pemilihan rute yang lain dapat teramati.

Wilayah diluar daerah kajian sering dibagt menjadi beberapa *zona eksternal*. Daerah kajian sendiri dibagi atas beberapa *zona internal* yang jumlahnya tergantung pada tingkat ketepatan yang diinginkan



Gambar 22 Daerah kajian sederhana dengan definisinya
Sumber Tamir, 1997

Aktifitas tata guna lahan diasumsikan berlokasi pada titik tertentu dalam zona yang disebut *pusat zona*. Semakin banyak jumlah pusat zona dalam daerah kajian, maka semakin kecil luas daerah yang dapat diliput oleh zona tersebut

Sistem jaringan jalan dicerminkan dalam bentuk *ruas* dan *simpul*, yang semuanya dihubungkan ke pusat zona. Hambatan pada setiap ruas jalan dinyatakan dengan jarak, waktu tempuh dan biaya gabungan (Tamir, 1997). Nilai tersebut

kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan total hambatan untuk setiap zona asal dan tujuan. Semua ini dapat dinyatakan dalam bentuk matriks.

2.4. Pemodelan Kebutuhan Transportasi

Beberapa konsep pemodelan kebutuhan transportasi telah banyak dikenal. Salah satunya yang paling populer adalah '*Pemodelan Kebutuhan Transportasi Empat Tahap*'. Model ini merupakan gabungan dari beberapa konsep analitis (*submodel*) yang masing-masing harus dilakukan secara terpisah dan berurutan. Submodel tersebut adalah :

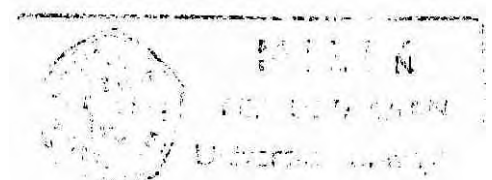
- a. Aksesibilitas
- b. Bangkitan dan tarikan pergerakan (*Trip Generation und Attraction*)
- c. Sebaran pergerakan (*Trip Distribution*)
- d. Pemilihan moda (*Modal Choice*)
- e. Pemilihan rute (*Trip Assignment*)
- f. Arus lalu lintas pada jaringan jalan (arus lalu lintas dinar.-is)

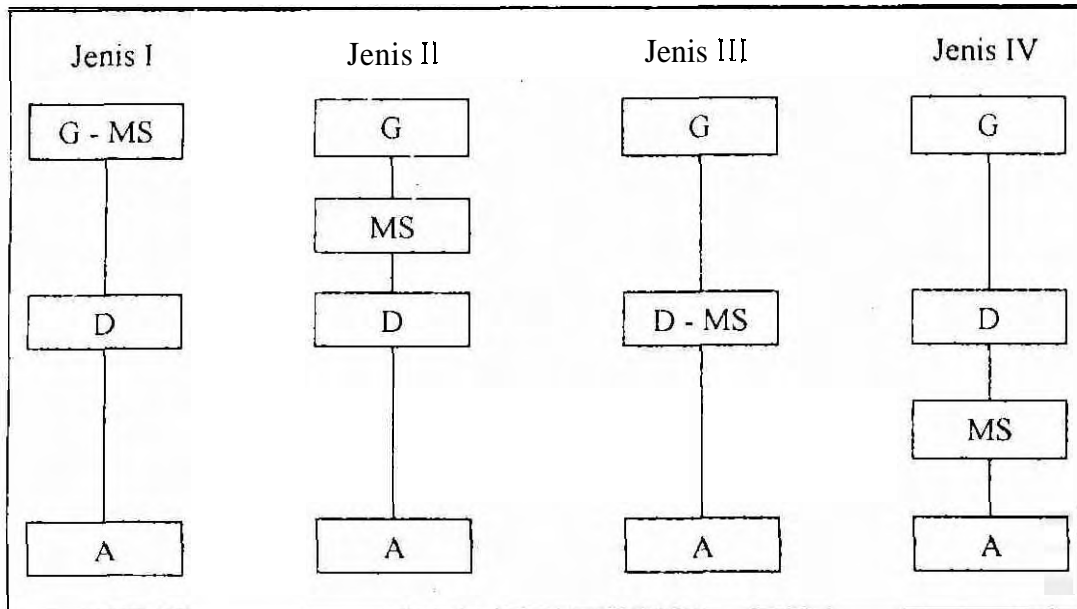
Enam konsep analitis diatas merupakan wujud dari hubungan tiga komponen utama dalam sistem tata guna lahan dan transportasi. Tiga komponen utama tersebut yaitu tata guna lahan, transportasi dan lalu lintas.

Aksesibilitas (konsep 1) kadang-kadang bukan bagian integral dari keseluruhan sistem, tetapi konsep ini juga bisa digunakan sebagai proses utama dalam kajian transportasi. Konsep b sampai dengan e (bangkitan pergerakan, sebaran pergerakan, pemilihan moda dan rute) merupakan bagian utama model kajian transportasi, yang harus dilakukan secara berurutan.

Urutan pengkajian ada beberapa jenis, yang penggunaannya sangat tergantung pada kondisi di lapangan, ketersediaan data (kuantitas dan kualitas), waktu perencanaan dan lain-lain. Beberapa alternatif urutan pemodelan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3 Empat variasi urutan konsep utama pemodelan transportasi yang mengilustrasikan beberapa jenis urutan pengkajian dalam pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap. Terdapatnya beberapa jenis urutan ini dilakukan karena pendekatan model pemilihan moda sangat bervariasi dan sangat tergantung pada tujuan pemodelan transportasi. Salah satu pendekatan mengatakan bahwa proses pemilihan moda dilakukan pada tahapan menghitung bangkitan pergerakan dimana pada tahap ini pergerakan angkutan umum dipisahkan dengan angkutan pribadi. Kemudian setiap moda dianalisis secara terpisah selama tahapan proses pemodelan. Pendekatan lainnya mempertimbangkan proses pemilihan moda yang terjadi sebelum proses pemilihan rute dilakukan. Dalam hal ini setiap moda dianggap bersaing dalam merebut pangsa penumpang sehingga atribut penentu dari jenis pergerakan menjadi faktor utama yang mempengaruhi pemilihan moda. Pendekatan-pendekatan ini akhirnya memunculkan beberapa alternatif urutan pengkajian submodel dalam proses pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap (Black, 1981).

Pemodelan Kebutuhan Transportasi Empat Tahap merupakan model yang sangat kompleks, membutuhkan banyak data dan waktu yang lama dalam proses pengembangan dan pengkalibrasiannya. Namun, model ini dapat disederhanakan agar dapat memenuhi kebutuhan pemodelan transportasi di daerah yang mempunyai keterbatasan waktu dan biaya.



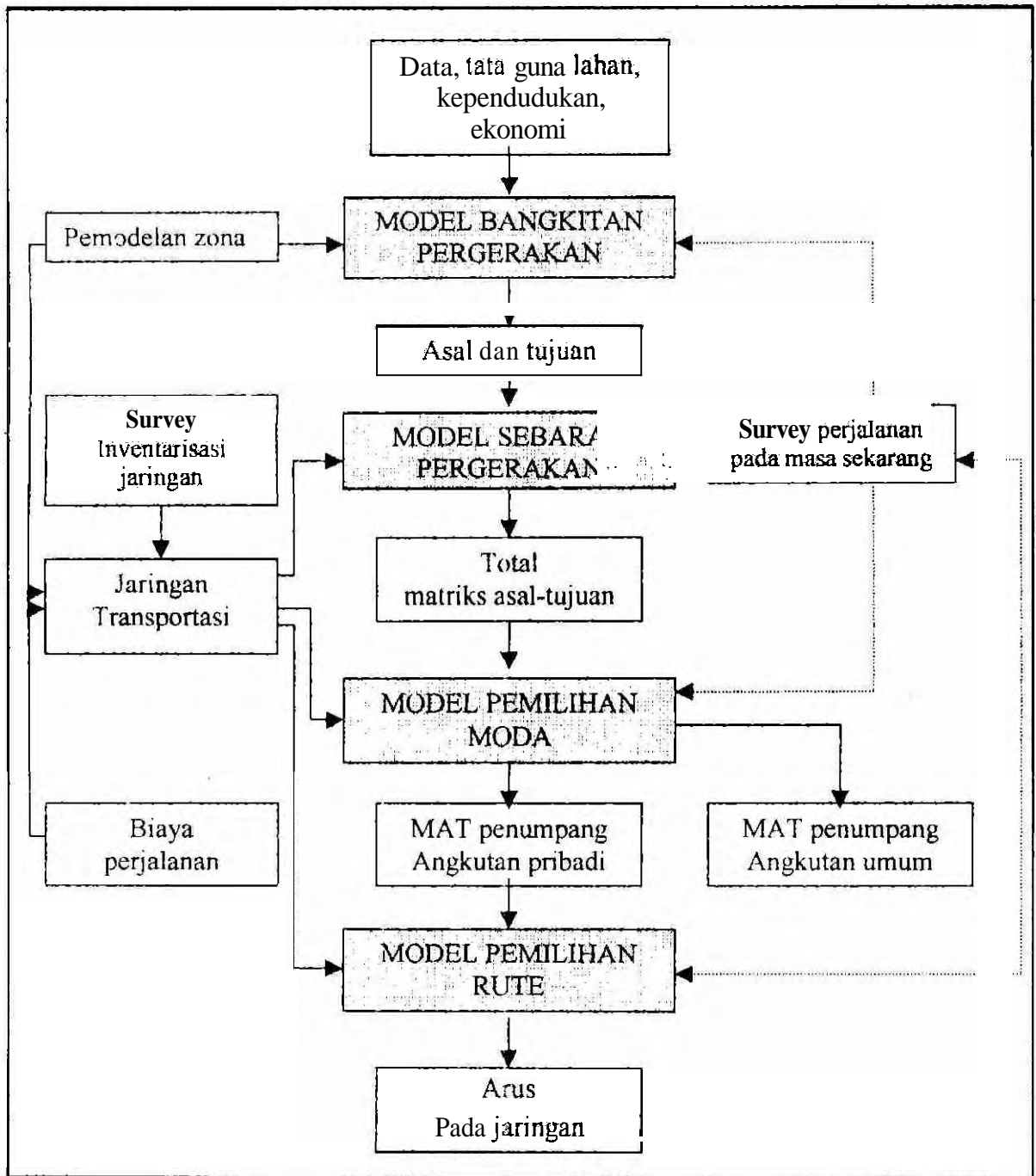


Gambar 2.3 Empat variasi urutan konsep utama pemodelan transportasi
 Sumber (Black, 1981)

Keterangan

- G = model bangkitan perjalanan
- D = model sebaran pergerakan
- MS = model pemilihan moda
- A = model pemilihan rute

Gambar 2.4 Diagram pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap angkutan pribadi memperlihatkan secara garis besar semua proses yang terdapat dalam konsep perencanaan transportasi. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa proses pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap merupakan proses pemodelan yang berurutan dimana pada setiap tahap membutuhkan **data** dan waktu **estimasi** tersendiri yang tergantung pada kondisi pada saat **pengkajian** dilaksanakan



Gambar 2.4 Diagram pemodelan kebutuhan transportasi empat tahap angkutan pribadi

Sumber IHT and DTp, 1987 dalam Tamin, 1997

2.4.1. Model bangkitan **pergerakan**

Tahapan bangkitan pergerakan bertujuan mendapatkan jumlah pergerakan yang dibangkitkan oleh setiap zona asal (O_i) dan jumlah pergerakan yang tertarik ke setiap zona tujuan (D_j) yang ada di dalam daerah kajian. Proses estimasi pada tahapan ini umumnya menggunakan data yang didapat dari survey rumah tangga (HIS) yang dijadikan dasar dalam mengidentifikasi zona asal dan zona tujuan pergerakan dalam daerah kajian.

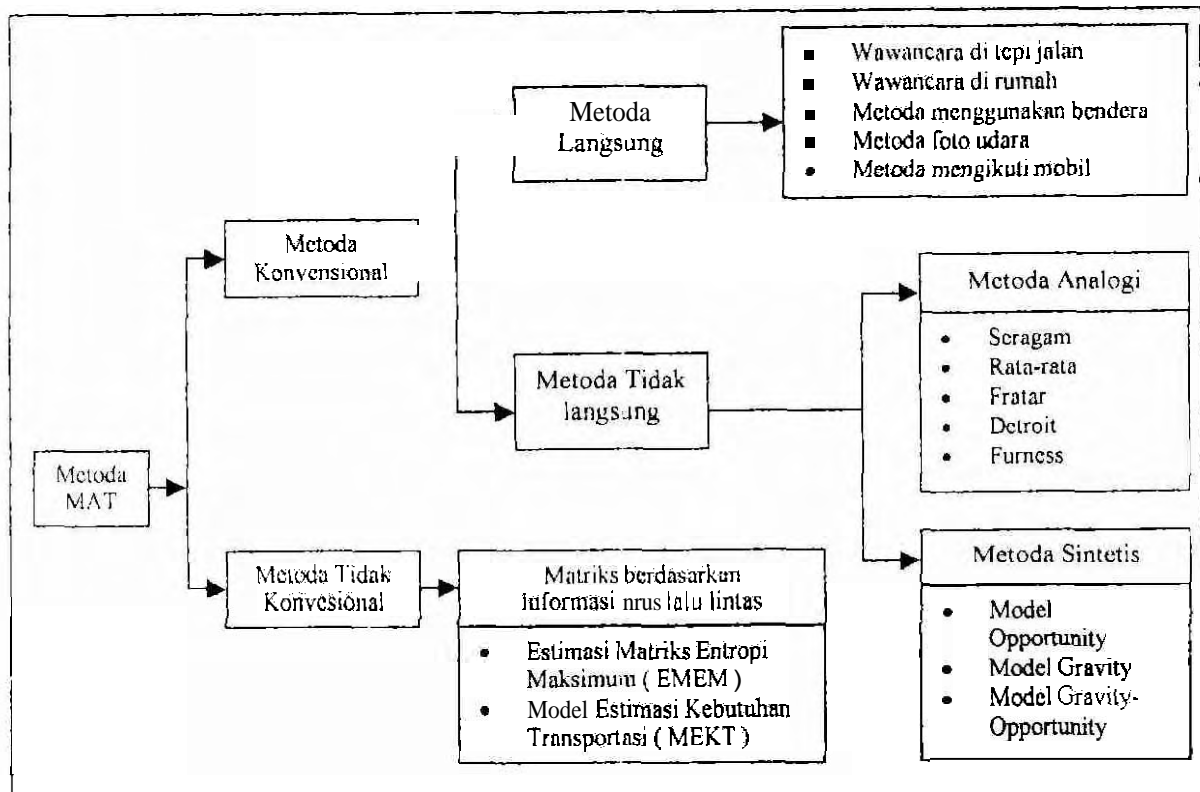
Ada beberapa metoda yang dikenal dalam proses penghitungan bangkitan pergerakan yaitu dengan cara analisis regresi dan analisis klasifikasi silang (*Cross Classification Analysis*) (Ortuzar dan Willumsen, 1990). Hasil akhir dari model bangkitan pergerakan ini adalah berupa bangkitan pergerakan (*Trip Production*) dan tarikan pergerakan (*Trip Attraction*).

2.4.2. Model sebaran **pergerakan**

Pola sebaran pergerakan dalam sistem transportasi dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dan dalam waktu tertentu. Pola pergerakan tersebut disajikan dalam bentuk Matriks Asal-Tujuan (MAT). Matriks pergerakan atau matriks Asal-Tujuan sering digunakan oleh para perencana transportasi untuk menggambarkan pola dari pergerakan yang ada.

MAT adalah matriks berdimensi dua yang berisi informasi mengenai besarnya pergerakan antarzona di dalam daerah tertentu. Dalam matriks tersebut baris menyatakan zona asal dan kolom menyatakan zona tujuan.

Metode untuk mendapatkan MAT dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu metode *Konvensional* dan metode *Tidak Konvensional* (Tamin, 1985; 1986; 1988abc) Penjelasan dari kedua metode tersebut dijelaskan pada Gambar 2.5 .



Gambar 2.5. Metode untuk mendapatkan Matriks Asal-Tujuan (MAT)

Sumber Tamin (1985, 1986, 1988abc) dalam Tamin, 1997

Salah satu model sintetis yang paling sering digunakan dalam proses estimasi sebaran pergerakan adalah model *Gravitasi*. Model *Gravitasi* mempunyai beberapa keuntungan secara teori dan praktis. Model *Gravitasi* ini bisa dikembangkan lagi guna menampung lebih dari satu jenis pergerakan dan bisa diaplikasikan bagi estimasi pergerakan barang.

Model dasar dari model *Gravitasi* ini adalah sebagai berikut (Tamin, 1997)

$$T_{id} = k \cdot O_i \cdot D_d / (d_{id})^2 \quad \text{dengan } k \text{ adalah konstanta} \dots \dots \dots 1$$

Dengan batasan .

$$\sum_d T_{id} = O_i \text{ dan } \sum_i T_{id} = D_d \quad \dots\dots\dots 2$$

O_i dan D_d menyatakan jumlah pergerakan yang berasal dari zona i dan yang berakhir di zona d . maka, penjumlahan sel MAT menurut 'baris' menghasilkan total pergerakan yang berasal dari tiap zona, sedangkan penjumlahan menurut 'kolom' menghasilkan total pergerakan yang menuju ke setiap zona, Pengembangan persamaan (1) dengan batasan persamaan (2) menghasilkan persamaan (3) berikut :

$$T_{id} = O_i \cdot D_d \cdot A_i \cdot B_d \cdot f_{id} \quad \dots\dots\dots 3$$

Kedua persamaan pembatas (2) bisa dipenuhi bila digunakan konstanta A_i dan B_d , yang terkait dengan setiap zona bangkitan dan tarikan. Konstanta ini disebut faktor penyeimbang (*balancing factors*), dimana :

$$A_i = [\sum_d B_d \cdot D_d \cdot f_{id}]^{-1} \quad \dots\dots\dots 4$$

$$B_d = [\sum_i A_i \cdot O_i \cdot f_{id}]^{-1} \quad \dots\dots\dots 5$$

Sedangkan f_{id} merupakan fungsi biaya, dimana yang dipakai adalah fungsi negatif-eksponensial : $exp (-\beta C_{id})$

2.4.3. Model pemilihan moda

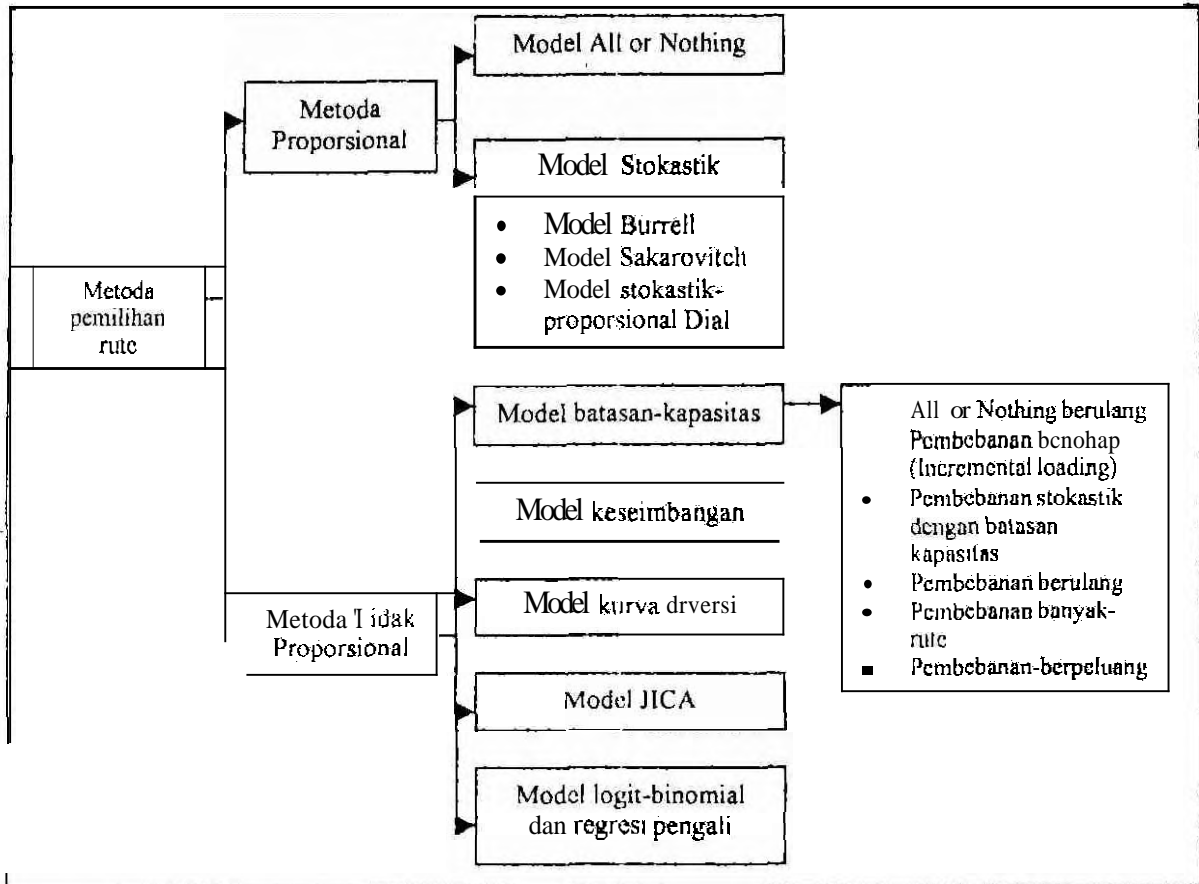
Model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsr orang yang akan menggunakan setiap moda Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui peubah atribut yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut (Tamin, 1997) Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan unluk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah atribut untuk masa mendatang

2.4.4. Model pemilihan rute

Model pemilihan rute bertujuan mengidentifikasi rute yang ditempuh pengendara dari zona asal i ke zona tujuan d dan juga jumlah perjalanan yang melalui setiap ruas jalan pada suatu jaringan jalan. Hasil dari identifikasi rute yang dipilih oleh pengendara akan dijadikan dasar pembebanan arus pada masing-masing ruas jalan dalam sistem jaringan jalan daerah kajian.

2.5. Konsep model pemilihan rute

Salah satu tujuan utama dalam pemilihan rute adalah mengidentifikasi rute yang ditempuh pengendara dari zona asal i ke zona tujuan d dan juga jumlah perjalanan yang melalui setiap ruas jalan pada suatu jaringan jalan. Metoda untuk mengidentifikasi pembebanan rute tersebut diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu metoda *proporsional* dan metoda *tidak-proporsional* (Robillard, 1975 dalam Tamim, 1997). Metoda proporsional digunakan manakala proporsi jumlah perjalanan yang melewati suatu ruas jalan tidak tergantung pada jumlah arus di ruas jalan tersebut. Dengan metoda proporsional, diasumsikan proporsi pengendara yang memilih rute perjalanannya tergantung pada asumsi mereka dan ciri rutenya, serta tidak tergantung pada tingkat arus lalu lintasnya. Secara garis besar konsep pemilihan rute dapat dilihat pada Gambar 3.6. Metoda untuk mengidentifikasi pemilihan rute:



Gambar 2.6. Metoda untuk mengidentifikasi pemilihan rute

2.5.1. Metoda *All or Nothing*

Salah satu bentuk metoda proporsional adalah metoda *All or Nothing*. Dalam metoda ini diasumsikan semua pengendara berusaha memperkecil biaya perjalanannya dan mereka melakukannya dengan cara yang sama sehingga biaya perjalanan tidak tergantung pada jumlah arus lalu lintas (Tamin, 1997). Maka, pengendara dari satu zona ke zona lain selalu memakai rute yang sama.

Metoda ini menganggap bahwa semua perjalanan dari zona asal *i* ke zona tujuan *d* akan mengikuti rute tercepat. Dalam kasus tertentu, asumsi ini cukup realistis, misalnya untuk daerah pinggiran kota yang jaringan jalannya tidak begitu

rapat dan tingkat kemacetannya tidak begitu berarti. Tetapi asumsi ini menjadi tidak realistis jika digunakan untuk daerah dengan tingkat kemacetan yang cukup tinggi.

Namun metoda *All or Nothing* masih merupakan metoda yang paling sederhana dan efisien sehingga sangat sering digunakan. Dengan mengetahui rute terbaik antar zona yang setiap pergerakannya dibebankan ke jaringan jalan melalui rute terbaik tersebut, maka total arus untuk setiap ruas jalan bisa dihitung (Tamin, 1997).

Algoritma dari pembebanan pada metode ini adalah pembebanan dan MAT pada rute terbaik yang menghasilkan arus $V_{A,B}$ pada ruas antara simpul A dan B. Ada dua jenis algoritma yang sering dipakai dalam metoda AN or *Nothing*, yaitu

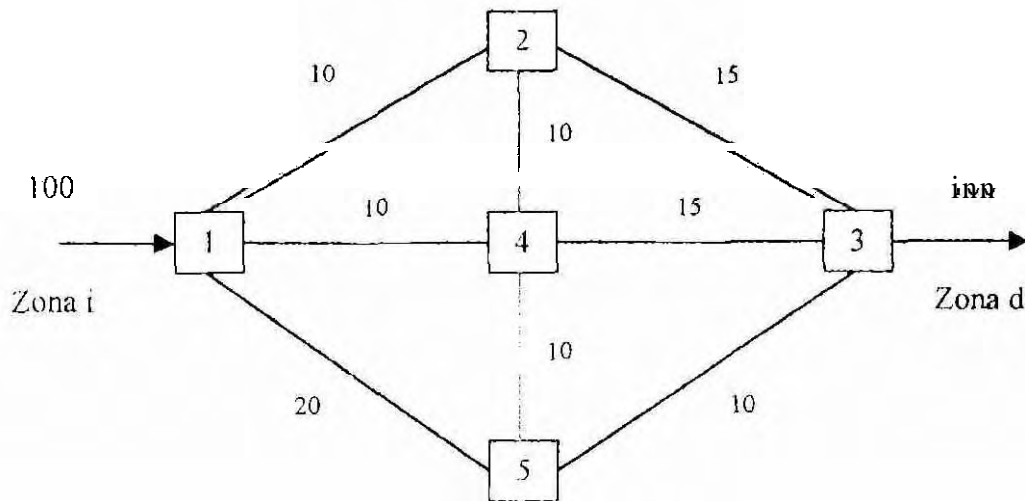
a. Pendekatan pasangan-demi-pasangan (air-by-pair)

Pendekatan ini adalah pendekatan yang paling sederhana. Kita memulai dari zona asal dan menggunakan zona tujuan secara berurutan (Ortuzar dan Willumsen, 1990). Pertama, ditetapkan semua $V_{A,B} = 0$. Kemudian untuk setiap pasangan (i, d)

1. Set **B** menjadi zona tujuan **d**
2. jika (A, B) merupakan ruas-sebelum dari B, tambahkan $V_{A,B}$ sebesar T_{id} atau buat $V_{A,B} = V_{A,B} + T_{id}$
3. set B menjadi A
4. jika $A = i$, **stop** (lakukan proses selanjutnya untuk pasangan (i, d) berikutnya, atau jika **tidak**, kembali ke tahap 2)

Contoh perhitungan ,

Kita lihat suatu jaringan jalan sederhana seperti terlihat pada gambar berikut ini dimana terdapat 5 simpul yang dihubungkan oleh suatu ruas jalan. Masing-masing ruas jalan dapat ditempuh dalam waktu seperti yang tertera pada gambar tersebut (dalam menit)



1. Set semua $V_{A,B} = 0$
2. Zona 3 (B) kita tetapkan sebagai zona tujuan d
3. Ada 3 zona sebelum zona 3 yaitu zona 2, 4 dan 5. Dan ketiga zona tersebut diambil satu zona dengan waktu tempuh terpendek yaitu zona 5 (10 menit)
Maka $V_{A,B} = V_{5,3} = 0 + 100 = 100$
4. Kemudian zona 5 (A) diganti menjadi zona B. Ada 2 zona sebelum zona 5 yaitu zona 1 (20 menit) dan zona 4 (10 menit). Diambil zona 4 dengan waktu tempuh terpendek. Maka $V_{A,B} = V_{4,5} = 0 + 100 = 100$
5. Selanjutnya zona 4 (A) kita ganti menjadi zona B. Ada 2 zona yang ada sebelum zona 4 yaitu zona 1 dan 2 dengan waktu tempuh sama masing-

masing 10 menit. Namun karena zona 1 merupakan zona asal i , maka zona 1 diambil sebagai zona dengan jarak terdekat dari zona 4. Maka selanjutnya

$$V_{A,B} = V_{1,4} = 0 + 100$$

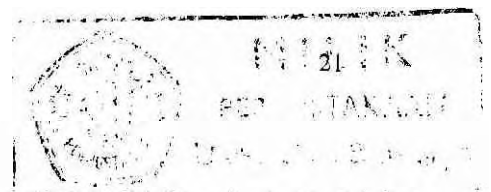
Sehingga pada akhirnya rute yang terpilih dalam jaringan sederhana tersebut sebagai rute terpendek berdasarkan metoda *All or Nothing* berdasarkan pendekatan pasangan demi pasangan adalah rute 1-4-5-3

b Pendekatan **sekaligus** (*once-through*)

Metode ini sering disebut metode *Cascade* karena proses pembebanan arus dilakukan dari simpul ke setiap ruas yang sesuai dengan rute terbaiknya dan suatu zona asal i (Ortuzar dan Willumsen, 1990). Tetapkan V_A sebagai besar arus kumulatif pada simpul A , lalu

- 1 Set semua $V_A = 0$, kecuali untuk simpul tujuan d dengan $V_d = T_{id}$
- 2 Set B sama dengan simpul terjauh dari i
tingkatkan nilai V_A sebesar V_B dengan A adalah simpul sebelum dari B (set $V_A = V_A + V_B$)
- 3 Tingkatkan nilai $V_{A,B}$ sebesar V_B (set $V_{A,B} = V_{A,B} + V_B$)
- 4 Set B sama dengan simpul yang paling jauh berikutnya. Jika $B = i$, simpul asal telah tercapai. Mulai lagi dengan proses simpul asal berikutnya, jika tidak, teruskan ke tahap 3

Dalam hal ini V_B menunjukkan total pergerakan dari i yang melalui simpul B dan simpul selanjutnya dari i .



2.5.2. Metoda Pembebanan Bertahap (*Incremental Loading*)

Dalam kondisi arus lalu lintas macet, biaya untuk melalui ruas jalan tertentu sangat tergantung pada jumlah arus lalu lintas di ruas jalan tersebut serta hubungan matematis antara arus lalu lintas dan kecepatan. Beberapa metoda telah dikembangkan guna mempertimbangkan aspek tersebut yang kemudian dikenal dengan metoda batasan kapasitas (*Capacity Restraint*). Salah satu jenis modelnya yaitu pembebanan bertahap (*Incremental Loading*) yang merupakan salah satu jenis metoda yang tergolong metoda tidak-proporsional. Prinsip utama metoda ini adalah membagi Matriks Asal-Tujuan (MAT) total menjadi beberapa bagian MAT (misal 10 %) dengan menggunakan suatu set faktor proporsional p_n dengan $\sum_n p_n = 1$. Setiap bagian dari MKS tersebut dibebankan ke jaringan jalan, secara bertahap, masing-masing dihitung dengan menggunakan biaya yang dihasilkan oleh arus yang dihasilkan sebelumnya. Maka pada setiap pembebanan, biaya dihitung kembali berdasarkan hubungan matematis biaya-arus. Algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut (Tamin, 1997).

1. Dipilih suatu set binya ruas, biasanya waktu tempuh dalam kondisi arus bebas. Semua arus diinisialisasi $V_a = 0$. Dipilih suatu set Fraksi p_n dari MAT T sehingga $\sum_n p_n = 1$ dan dibuat $n = 0$.
2. Dibuat suatu set pohon biaya minimum (satu untuk setiap simpul asal) dengan menggunakan biaya yang ada.
3. Bebankan $T_n = p_n \cdot T$ dengan menggunakan pembebanan All or Nothing pada setiap pohon tersebut untuk mendapatkan nilai arus F_a . Nilai akumulasi arus – arus untuk setiap ruas jalan adalah sebagai berikut

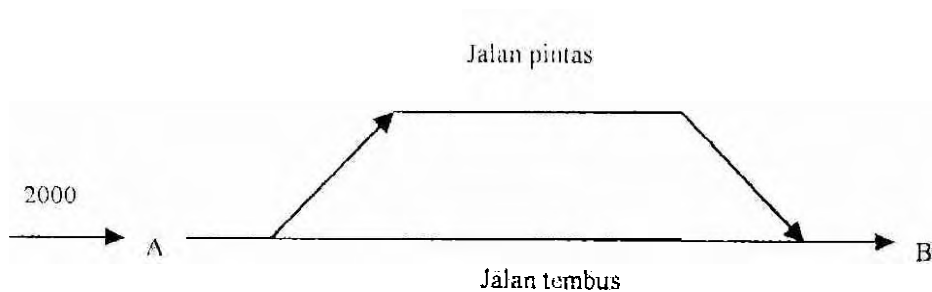
$$V_a^n = V_a^{n-1} + F_a \dots\dots\dots 6$$

4. Dihitung suatu set biaya ruas yang baru berdasarkan arus sebesar V_a^n . Jika bagian MAT belum selesai dibebankan, dikerjakan tahap (2), namun jika sudah maka algoritma model selesai.

Algoritma ini tidak selalu harus sesuai dengan solusi pada kondisi keseimbangan meskipun jumlah fraksi p sangat besar dan ukuran $p_n T$ sangat kecil. Pembebanan dengan jenis seperti ini mempunyai batasan : jika arus sudah dibebankan pada suatu ruas, maka arus tersebut tidak bisa dipindahkan atau dibebankan pada tempat lain. Maka, Jika seseorang pada pengulangan pertama membebankan arus cukup besar yang tidak sesuai dengan hasil kondisi keseimbangan, maka algoritma tersebut tidak akan pernah mengarah ke solusi yang benar.

Contoh perhitungan :

Kita ambil contoh kasus kota dengan jalan tembus dan jalan pintas seperti gambar berikut :



Biaya perjalanan melalui jalan pintas didapat sebesar $C_b = 15 + 0,005 V_b$, sedangkan biaya perjalanan melalui jalan tembus sebesar $C_t = 10 + 0,02 V_t$ dimana V_b dan V_t adalah besar arus yang melalui jalan pintas dan jalan tembus.

Jika ada 2000 pergerakan yang masuk, maka kita coba bagi pergerakan menjadi 4 bagian fraksi (40 %, 30 %, 20 %, 10 %) yaitu sebesar 800, 600, 400 dan 200 pergerakan Pada setiap pentahapan kita hitung biaya perjalanan yang baru dengan menggunakan persamaan biaya di atas Hasil dari pentahapan tersebut dapat kita lihat pada tabel berikut ini

Tabel 2.1 Biaya dan arus yang melalui jalan tembus dan jalan pintas

No	Pentahapan	Arus jalan tembus	Biaya jalan tembus	Arus jalan pintas	Biaya jalan pintas
1	0	0	10	0	15
2	800	800	26	0	15
3	600	800	26	600	18
4	400	800	26	1000	20
5	200	800	26	1200	21

Dari perhitungan di atas dapat kita lihat bahwa penggunaan pentahapan yang lebih kecil akan menghasilkan solusi yang mendekati solusi kondisi keseimbangan

Biaya berjalan kendaraan pada suatu jalan dapat diidentifikasi sebagai fungsi dari kecepatan (Oglesby,1993) biaya yang digunakan bervariasi sesuai dengan kecepatannya Dan Gambar 2.7 Biaya Berjalan Kendaraan dapat dilihat bahwa kendaraan penumpang memerlukan bahan bakar per satuan jarak minimum jika berjalan pada kecepatan sekitar 35 mph Pada kecepatan yang lebih rendah, efisiensi mesin dan pengendara akan berkurang Pada kecepatan di batas ini, tahanan udara dan gesekan dalam menyebabkan pemakaian bahan bakar menjadi meningkat

Gambar 2.7. Biaya berjalan kendaraan

Sumber . Oglesby, 1993

2.5.3. Metoda Keseimbangan (*Equilibrium*)

Pada kondisi tidak macet, pengendara mencoba beralih menggunakan rute alternatif untuk meminimumkan biaya perjalanannya. Jika tidak ada satupun lagi pengendara dapat memperkecil biaya tersebut, maka sistem dikatakan telah

mengalami kondisi keseimbangan. Dalam kondisi keseimbangan, lalu lintas akan mengatur dirinya sendiri dalam jaringan yang macet sehingga tidak ada satupun pengemudi dapat mengurangi biaya perjalanannya dengan merubah rute (Wardrop, 1952 dalam Tamin, 1997). Berdasarkan prinsip tersebut maka muncul satu model pemilihan rute yang dianggap terbaik untuk kondisi macet yaitu *metode keseimbangan*.

Walaupun sampai sejauh ini belum pernah diteliti secara ilmiah, namun dikarenakan mempertimbangkan efek kemacetan maka model keseimbangan ini dianggap merupakan model terbaik sampai saat ini, yang sangat cocok untuk daerah perkotaan yang diperkirakan efek kemacetannya cukup berarti. Kekurangan model ini adalah waktu proses komputer yang cukup lama dibandingkan dengan model *All or Nothing*.

2.6. Pengujian statistika dalam pemodelan transportasi

Informasi akhir dari suatu proses pemodelan transportasi pada suatu kawasan tertentu biasanya disajikan dengan menggunakan kinerja tertentu, bukan dengan menggunakan informasi secara menyeluruh. Dalam proses pemilihan rute misalnya, distribusi hasil estimasi bisa dilihat validitasnya terhadap data nyata hasil observasi dengan menggunakan informasi nilai rata-rata dan besarnya dispersi (*deviasi*) data yang ada.

Parameter statistika dapat dipergunakan dalam membantu proses pemodelan untuk membuat perbandingan antarpola distribusi tanpa perlu menganalisis distribusi tersebut secara mendalam. Bahkan beberapa standar distribusi bisa diterangkan

hanya dengan beberapa parameter statistik saja. Beberapa parameter yang sering digunakan antara lain (Tamin, 1997)

- Rataan
- Modus
- Median

Sedangkan beberapa karakteristik penting dalam dispersi distribusi adalah sebagai berikut

- Variansi, yang merupakan *ekspektasi* dari total kuadratis besarnya perbedaan deviasi dari rata-rata
- Simpangan baku, $se(x)$ yaitu akar variansi yang mempunyai dimensi yang sama dengan peubah acak X dan digunakan sebagai ukuran *central tendency*
- Koefisien Korelasi, yaitu bilangan yang menyatakan eratnya hubungan antara dua peubah

2.6.2. Pengujian statistik dengan menggunakan metoda *analisis korelasi*

Bila kita ingin memandang permasalahan mengukur hubungan antara kedua peubah X dan Y . Sebagai contoh, bila X menyatakan data lalu lintas hasil survey langsung di lapangan dan Y sebagai data hasil estimasi dengan menggunakan model matematis, maka kita mengharapkan bahwa nilai X berkaitan dengan nilai Y . Untuk menghitung kaitan antara dua set data tersebut maka kita menggunakan *analisis korelasi* dengan hasil akhir berupa suatu bilangan yang disebut *koefisien korelasi*. Nilai korelasi dihitung berdasarkan *covariance* dari dua set data tersebut dimana

dipisahkan penghitungan standar deviasi dari masing-masing populasi data. Formula yang digunakan yaitu

$$\rho_{X,Y} = \text{cov}(X,Y) / (\sigma_X \cdot \sigma_Y) \dots\dots\dots 7$$

dimana :

$$\sigma_X^2 = 1/n \sum (X_i - \mu_X)^2 \dots\dots\dots 8$$

$$\sigma_Y^2 = 1/n \sum (Y_i - \mu_Y)^2 \dots\dots\dots 9$$

Tetapan ρ disebut koefisien korelasi populasi dan memainkan peranan besar dalam banyak permasalahan analisis data dua peubah. Taksiran ρ yang dekat ke 1, yang diperoleh dari data populasi mengindikasikan adanya korelasi yang baik atau ikatan linear antara X dan Y, sedangkan nilai yang dekat ke nol menunjukkan korelasi yang kecil atau tidak ada korelasi sama sekali (Walpole,1995)

2.7. Program komputer bsgi proses pemodelan transportasi

Perangkat lunak perencanaan transportasi telah banyak dikenal dalam proses pemodelan transportasi. Perangkat lunak yang berupa program komputer tersebut berfungsi untuk membantu menyederhanakan prosedur penghitungan serta mempercepat waktu proses penghitungan itu sendiri. Beberapa perangkat lunak tersebut diproduksi oleh beberapa instansi di Inggris antara lain dapat dilihat pada Tabel 2.2 Perangkat lunak perencanaan transportasi.

Salah satu jenis program lainnya yaitu program TRANPLAN (*Transportation Planning Software*) yang merupakan paket program yang terintegrasi, didesain oleh para pakar transportasi. Paket ini menyediakan fasilitas-fasilitas yang dapat digunakan untuk menganalisis masalah-masalah dalam perencanaan transportasi dan memanfaatkan sepenuhnya kemampuan mikro-komputer. Kapasitas maksimum dari



program TRANPLAN ini adalah mampu mengestimasi 12000 ruas dan 1500 zona (versi DOS)

Tabel 2.2. Perangkat lunak perencanaan transportasi

Paket program	Pemasok	Kapasitas maksimum
MicroTRIPS	MVA Systematica	300+ zona 4000 ruas
MOTORS	Steer Davies and Gleave Ltd	400 zona 6000 ruas
SATURN	University of Leeds	500 zona 7000 ruas
MINITRAMP	Wooton Jeffreys and Partners	500 zona 5000 mas

Sumber Willumsen (1986a) dalam Tamini, 1997

2.8. Program TRANPLAN

TRANPLAN merupakan paket program yang terintegrasi untuk memperkirakan berbagai pengaruh dari berbagai macam alternatif skenario tata guna lahan dan/atau jaringan transportasi pada jalan ataupun sistem transportasi umum (The Urban Analysis Group, 1995) Program TRANPLAN ini mampu meminimumkan keharusan bagi seorang perencana transportasi untuk menguasir kemampuan komputer secara mendetail sehingga para perencana transportasi dapat lebih cepat mengaplikasikannya TRANPLAN memberikan kemudahan sebagai alat bantu bagi perencana transportasi dalam menguji alternatif penggunaan lahan dan jaringan

Sebagai *software* bagi pemodelan transportasi, TRANPLAN terstruktur atas dasar-dasar dari pemodelan transportasi yaitu bangkitan pergerakan (*Trip*

Generation), sebaran pergerakan (*Trip Distribution*), pemilihan moda (*Modal Choice*) dan pemilihan rute (*Trip Assignment*).

Prosedur dasar di atas membutuhkan 3 macam bentuk data masukan yang harus dibuat oleh perencana, yaitu:

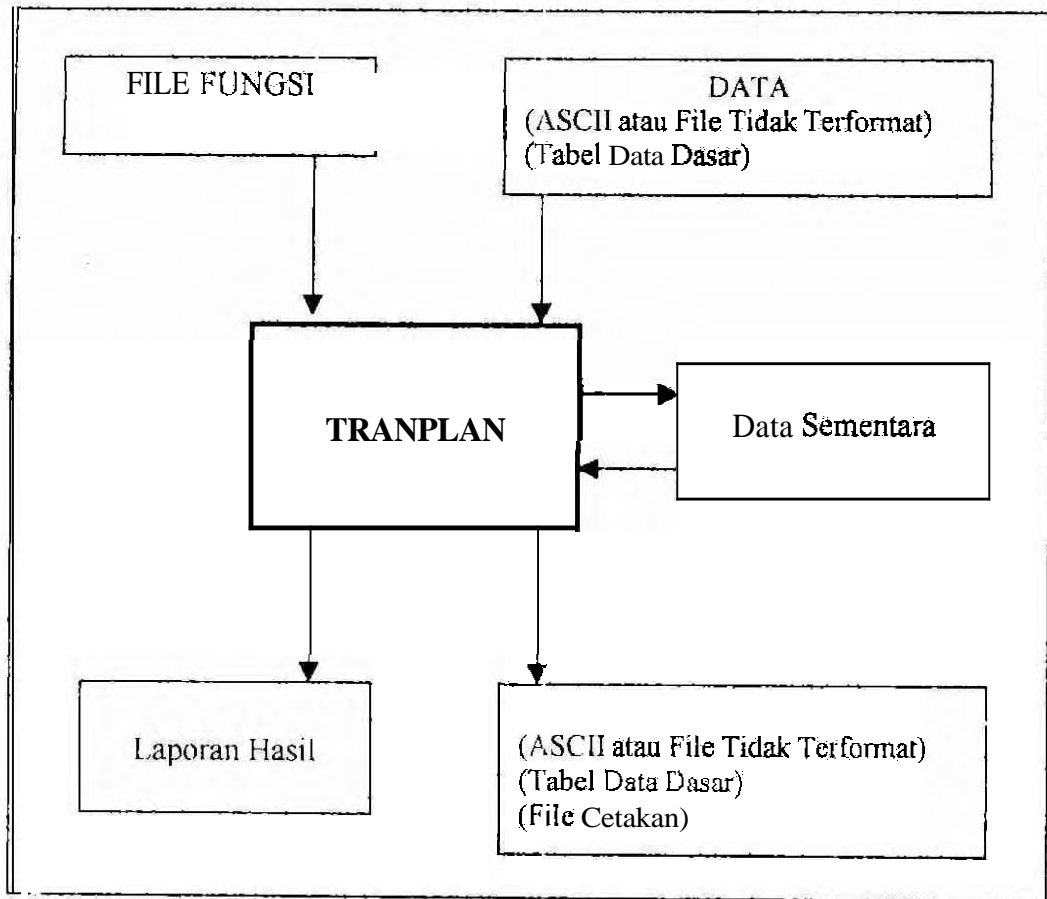
- a. Data zona tata guna lahan dan data bangkitan pergerakan.
- h. Faktor penghambat (*friction factors*) seperti waktu tempuh, jarak tempuh dan biaya pergerakan.
- c. Jaringan jalan (*highway network*).

Paket program TRANPLAN dirancang sebagai program yang dinamis. Terdapat lebih dan 40 modul yang berguna sebagai fungsi program yang masing-masing memiliki kegunaan yang berbeda-beda.

Pada saat program TRANPLAN dijalankan, data masukan berupa fungsi kontrol mutlak diperlukan. Semua fungsi kontrol harus memuat data masukan yang dibuat sebelumnya oleh perencana. Adapun skema umum dari proses program TRANPLAN dapat dilihat pada Gambar 2.8. TRANPLAN Input/Output yang menggambarkan secara garis besar proses yang terjadi dalam penggunaan program TRANPLAN baik berupa data-data masukan maupun keluaran yang dihasilkan oleh program TRANPLAN tersebut.

Dalam program TRANPLAN ini terdapat 5 jenis metoda *Trip Assignment* yang digunakan, yaitu *All-or-Nothing*, metoda *Stokastik*, *Iterative Capacity Restraint* (*pembebanan berulang*), *Incremental Loading* (*pembebanan bertahap*) dan metode *Equilibrium* (*keseimbangan*). Masing-masing metode menggunakan prinsip komputasi yang berbeda-beda yang disesuaikan berdasarkan latar belakang

teoritisnya dan dengan parameter spesifik masing-masing model tersebut yang telah terintegrasi di dalam paket program TRANPLAN



Gambar 28. TRANPLAN Input/Output
Sumber The Urban Analysis Group. 1995

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

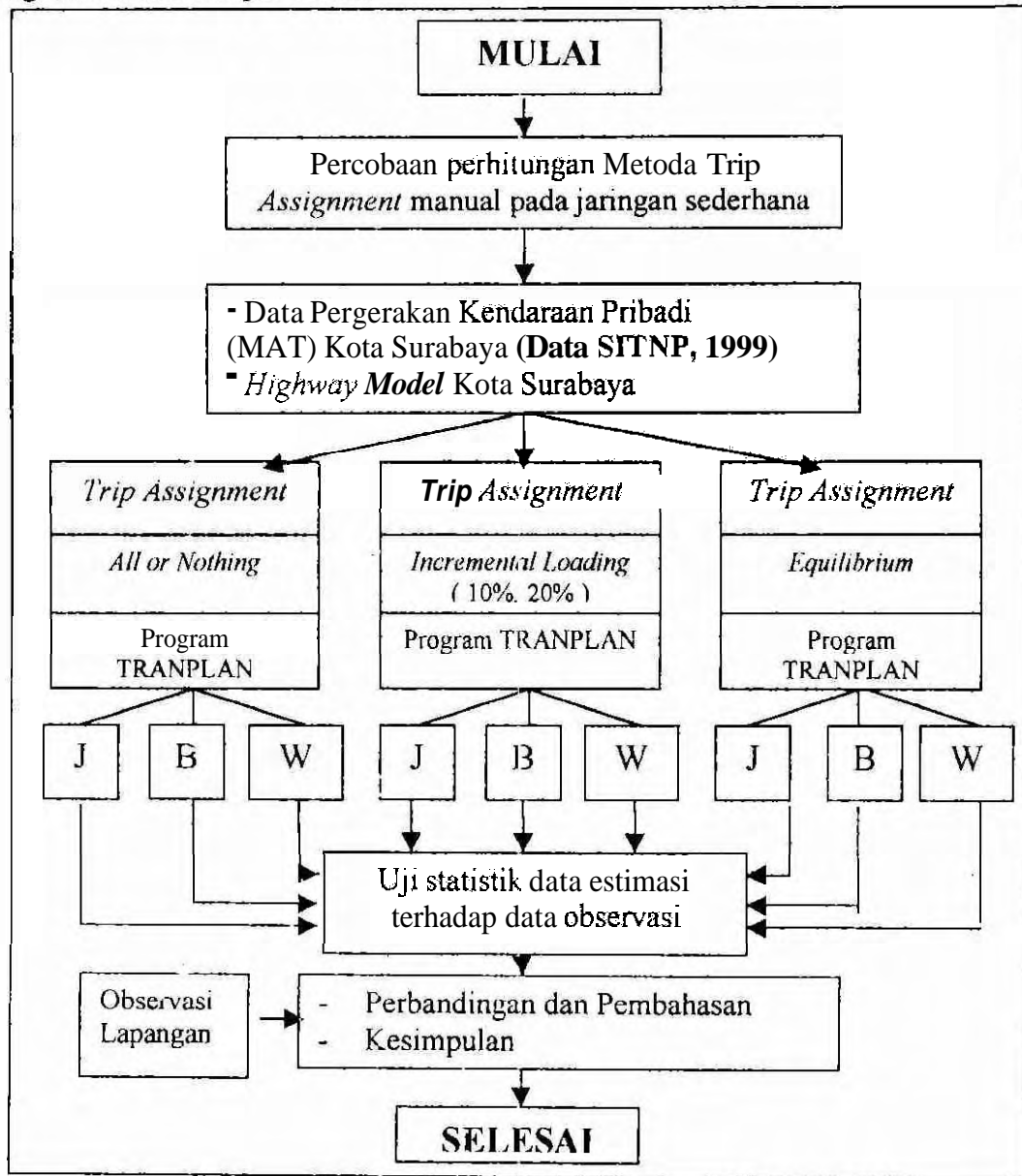
Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan beberapa tahapan pekerjaan. Masing-masing tahapan sangat tergantung pada ketersediaan dan kualitas data yang ada. Tahapan-tahapan pekerjaan tersebut yaitu :

1. Mencoba penerapan metoda pemilihan rute yang akan diuji pada suatu jaringan sederhana yang berfungsi untuk melihat dan memahami dengan baik perbedaan-perbedaan masing-masing metoda tersebut.
2. Mempersiapkan data dan model jaringan jalan (*Highway Model*) dan MAT Kota Surabaya yang akan digunakan sebagai data masukan bagi proses pemilihan rute (digunakan data dan model jaringan jalan milik SITNP, 1995 yang telah divalidasi sesuai dengan keadaan di tahun 1999).
3. Mengkalibrasi pembebanan pergerakan dengan metode *Trip Assignment* yang telah ditentukan berdasarkan data *Trip distribution* pada tahap (2). Pemodelan pemilihan rute yang dilakukan didasarkan atas jarak dan waktu tempuh serta dikomputasi dengan bantuan paket program TRANPLAN.
4. Membandingkan hasil pembebanan pergerakan pada masing-masing ruas dengan data hasil survey SUDP 1999 serta data hasil survey langsung pada beberaparuas jalan di Kota Surabaya dengan menggunakan indikator uji statistik. Indikator uji statistik yang digunakan adalah berupa *analisis korelasi*. Dengan hasil analisis korelasi yang berupa sebuah nilai *koefisien korelasi* serta beberapa parameter

penentu lainnya nantinya diharapkan bisa ditentukan metode pemilihan rute yang memiliki validitas dan tingkat kecermatan yang terbaik untuk diterapkan dalam proses peramalan arus lalu lintas di Kota Surabaya

Untuk secara keseluruhan proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Diagram alir metoda penelitian.



Keterangan

J = Jarak B = Biaya
W = Waktu tempuh

Gambar 3.1. Diagram Alir Metoda Penelitian

3.2. Model Sebaran Pergerakan

Pada penelitian ini digunakan data hasil estimasi sebaran pergerakan angkutan pribadi Kota Surabaya yang diprediksi oleh SITNP untuk tahun 1999. Model pergerakan yang didapat adalah merupakan hasil dan proses estimasi dengan menggunakan metoda sintetis yaitu model *Gravitasi*.

3.3. Model Pemilihan Rute

Untuk mengestimasi pembebanan rute pada jaringan jalan, digunakan tiga metoda pemilihan rute (*Trip Assignment*) yang terdiri atas metoda proporsional yaitu *All or Nothing* dan metoda non proporsional yaitu metoda *Pembebanan bertahap* (10 %, 20 %) dan keseimbangan (*Equilibrium*). Estimasi untuk masing-masing metoda dilakukan berdasarkan jarak dan waktu tempuh.

Khusus untuk fungsi nambatan biaya perjalanan, nilai biaya perjalanan untuk masing-masing ruas jalan ditetapkan berdasarkan hubungan antara kecepatan dan biaya perjalanan (Oglesby, 1993).

3.4. Program Komputer

Penelitian ini dilakukan dengan bantuan Program TRANPLAN yang dimiliki oleh PT Pamintori, Surabaya. Penggunaan paket program ini terutama dalam proses pemodelan pemilihan rute dengan tiga jenis metoda yang telah ditetapkan sebelumnya.

Penggunaan paket program TRANPLAN adalah untuk melihat persiapan presentasi jaringan jalan dan selanjutnya membuat definisi jaringan jalan serta menyediakan presentasi jaringan seperti matriks biaya perjalanan antar zona dan

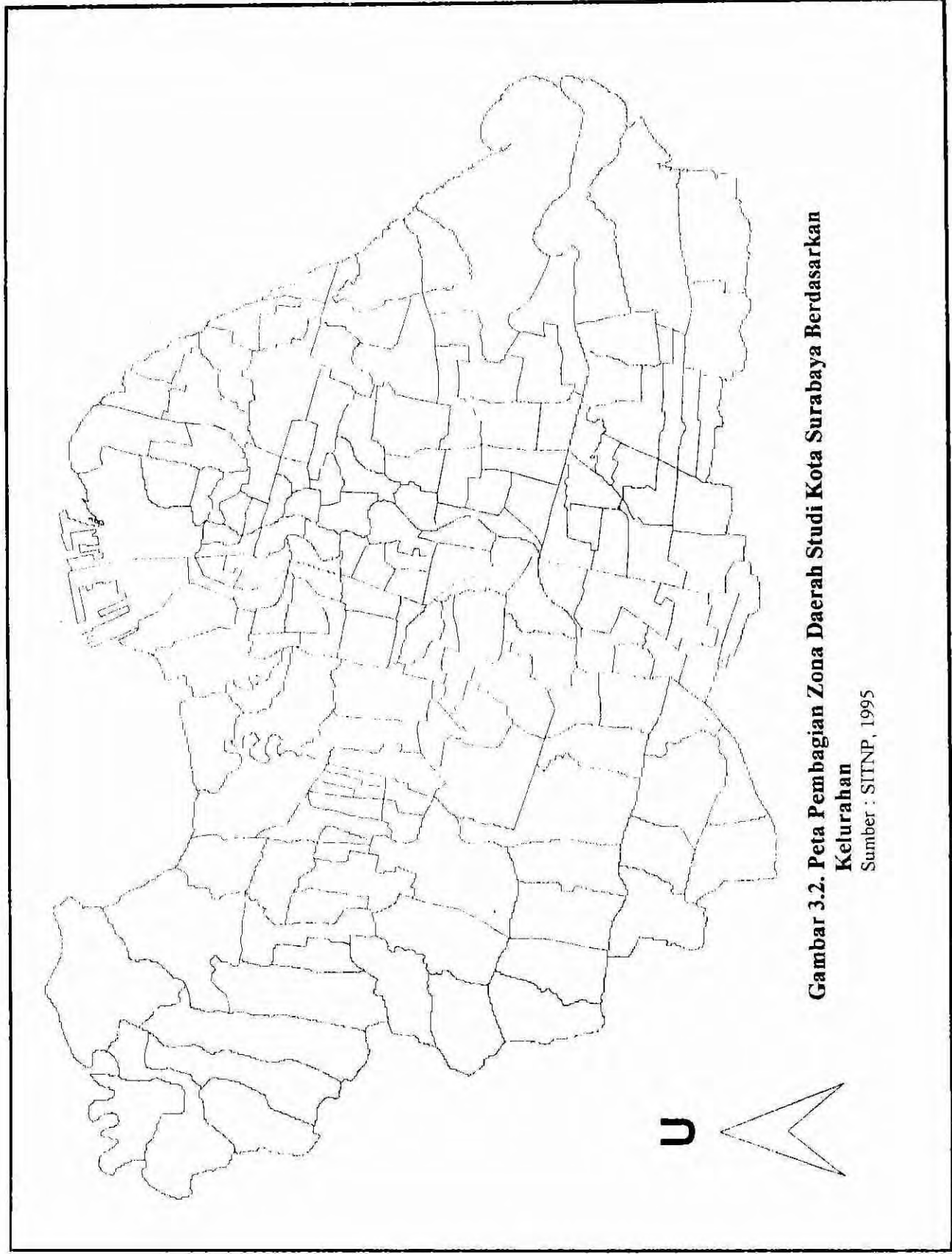
pohon biaya minimum, Beberapa keluaran dari program ini selanjutnya bersama dengan data lain akan digunakan sebagai informasi untuk bahan perbandingan dengan data hasil observasi

3.5. Indikator Pengujian Statistik

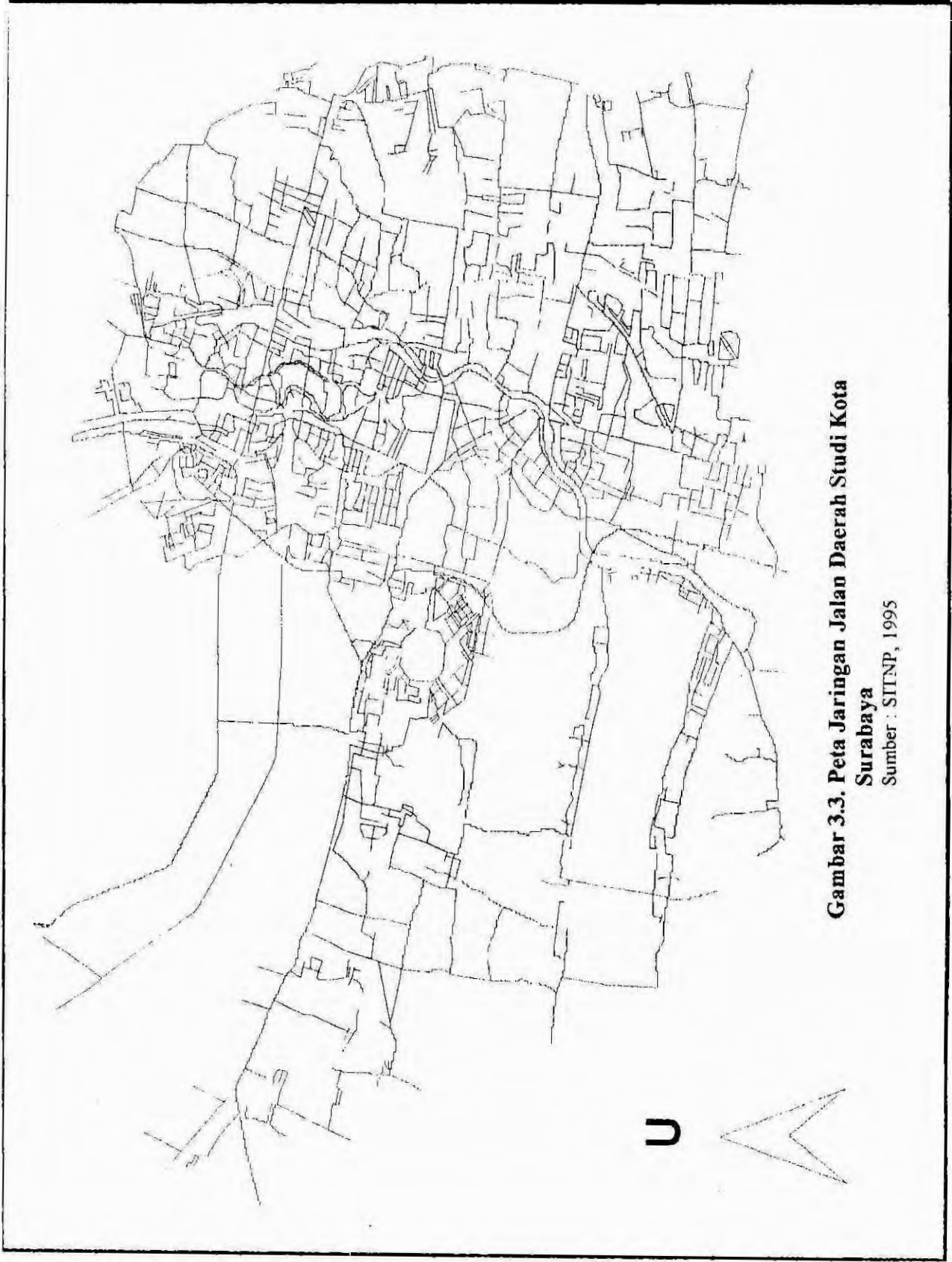
Pada penelitian ini digunakan dua macam indikator uji statistik yaitu indikator uji statistik yang berupa analisis korelasi dua peubah dan yang kedua adalah indikator uji statistik yang berdasarkan pada nilai RMSE (*Root Mean Square Error*). Dengan analisis korelasi serta uji nilai RMSE ini nantinya akan dilihat ada tidaknya perbedaan secara statistik antara nilai arus lalu lintas hasil estimasi dengan nilai arus riil hasil observasi langsung di lapangan berdasarkan nilai-nilai parameter korelasi serta nilai RMSE yang dihasilkan antara data nyata di lapangan dengan data hasil estimasi .

3.6. Data Daerah Studi

Berdasarkan Gambar 3.2, Peta pembagian zona daerah studi Kota Surabaya berdasarkan kelurahan, daerah studi (Kota Surabaya) dibagi menjadi 261 pusat zona. Masing-masing pusat zona dihubungkan ke jaringan jalan melalui penghubung pusat zona (*centroid connector*). Model jaringan jalan Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3.3. Peta jaringan jalan daerah studi Kota Surabaya. Data observasi arus lalu lintas dari 39 lokasi akan digunakan sebagai bahan perbandingan terhadap hasil estimasi program TRANPLAN yang merupakan gabungan dari beberapa data hasil observasi SUDP 1999 dan data observasi langsung di lapangan sebanyak 15 ruas jalan dan 6 persimpangan. Gambar 3.4. Peta lokasi survey memberikan gambaran secara keseluruhan dari lokasi survey yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 3.2. Peta Pembagian Zona Daerah Studi Kota Surabaya Berdasarkan Kelurahan
Sumber : SITNP, 1995



**Gambar 3.3. Peta Jaringan Jalan Daerah Studi Kota
Surabaya**
Sumber : SITNP, 1995

MILIK
PUSAT KEPUSTAKAAN

Tabel 3.1. Lokasi Ruas Jalan untuk Survey Langsung

No.	Nama Ruas jalan
1.	Jl. Raya Tandes
2.	Jl. HR Muhammad
3.	Jl Mayjend, Sungkono
4.	Jl Gunung Sari
5.	Jl. Manyar Kertoarjo
6.	Jl. Kenjeran
7.	Jl. Ahmad Yani
8.	Jl. Rungkut
9.	Jl. Jemur Andayani
10.	Jl. Gresik
11.	Jl. Diponegoro
12.	Jl. Basuki Rahmat
13.	Jl. Tunjungan
14.	Jl Sisingamangaraja
15.	Jl. Jagir Wonokromo

Tabel 3.2. Lokasi Persimpangan untuk Survey Langsung

No	Nama Simpang
1.	Prapen -- Jagir Wonokromo
2.	Kalianak-Margomulyo
3.	Ngagel Jaya-Ngagel Jaya Selatan
4.	Kapasan-Kapasari
5.	Gunungsari-Menganti

3.7. Observasi Lapangan

Dalam penelitian ini juga dilakukan observasi langsung di lapangan. Observasi lapangan yang dilakukan berupa survey arus lalu lintas (*traffic counting*) yang dilakukan langsung di beberapa ruas jalan di dalam areal daerah studi Kota Surabaya guna melengkapi data arus lalu lintas yang dimiliki oleh SUDP 1999. Survey dilakukan pada jam puncak pagi hari (*morning peak hour*) dengan klasifikasi

berdasarkan unit kendaraan penumpang (*passenger cur unit*) Pelaksanaan survey lapangan dilakukan pada hari dengan memilih hari antara hari Selasa, Rabu dan Kamis dengan asumsi bahwa karakteristik arus lalu lintas pada ketiga hari tersebut adalah identik Proses pengambilan data langsung di lapangan ini juga dimaksudkan agar data real yang dijadikan pembanding dengan data hasil estimasi nantinya merupakan data total yang meliputi pergerakan total pada ruas-ruas jalan yang ada, pergerakan *radial* dan *circumtransversal* serta pergerakan pada ruas arteri dan kolektor

HASIL PENGUMPULAN DATA

4.1. Data-Data yang dibandingkan

Sesuai dengan tujuan utama dari penelitian ini, data-data yang dibandingkan adalah data volume lalu lintas hasil dari estimasi atau pemodelan dengan menggunakan beberapa metoda *Trip Assignment* dengan data volume lalu lintas hasil survey langsung di lapangan (data nyata). Dengan demikian maka hasil penelitian dalam penelitian mengenai studi pemilihan metoda *Trip Assignment* ini terdiri pula atas 2 bagian pokok yaitu hasil penelitian berupa volume lalu lintas nyata yang merupakan hasil dari survey langsung di lapangan dan volume lalu lintas estimasi yang merupakan hasil dari estimasi menggunakan metoda *Trip Assignment* dengan bantuan program TRANPLAN. Kedua jenis hasil penelitian ini nantinya akan dibahas dan dibandingkan untuk mendapatkan metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan volume lalu lintas hasil pemodelan / estimasi dengan tingkat validitas yang paling baik. Paling baik di sini maksudnya adalah metoda yang dimaksud mampu menghasilkan volume lalu lintas estimasi yang secara uji statistik mendekati atau sama dengan data nyata yang ada di lapangan.

4.2. Hasil Survey Lapangan

Survey lapangan dalam penelitian ini dilakukan di beberapa ruas jalan dan simpang yang ada dalam lingkup Kotamadya Surabaya. Pemilihan lokasi untuk survey lapangan juga didasarkan pada keinginan untuk dapat melihat fenomena arus

lalu lintas dengan berbagai ciri pergerakan dalam area studi. Ciri pergerakan yang dimaksud yaitu pergerakan *radial* maupun *circumtransversal* pada ruas jalan arteri dan kolektor yang ada dalam wilayah Kotamadya Surabaya. Hasil Survey lapangan pada penelitian ini dapat dilihat pada bagian Lampiran. Hasil survey merupakan cacah jumlah kendaraan dari jenis kendaraan penumpang, truk dan bis serta sepeda motor. Pada akhirnya total jumlah kendaraan pada setiap jam survey dikonversikan ke dalam bentuk satuan mobil penumpang (smpipcu) dengan menggunakan faktor konversi berdasarkan Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM). Hasil berupa volume lalu lintas dalam bentuk amp ini yang nantinya akan menjadi pembanding guna menguji tingkat validitas volume lalu lintas hasil estimasi dari berbagai metoda *Trip Assignment* yang diuji dalam penelitian ini.

4.3. Data Hasil Estimasi dengan Menggunakan Program TRANPLAN

Data hasil estimasi dengan program TRANPLAN merupakan data hasil estimasi yang didasarkan pada matriks asal tujuan Kotamadya Surabaya untuk tahun 1999. Dengan matriks asal dan tujuan yang ada dijadikan sebagai input data guna disebar ke ruas-ruas jalan yang ada dalam jaringan jalan Kotamadya Surabaya dengan menggunakan beberapa metoda *Trip Assignment*. Hasil dari masing-masing penyebaran pergerakan ke masing-masing ruas jalan dalam area wilayah Kotamadya Surabaya ini yang kemudian akan menjadi dasar perkiraan pergerakan arus lalu lintas pada masing-masing ruas jalan di Kotamadya Surabaya. Hasil estimasi arus lalu lintas dengan menggunakan program TRANPLAN ini kemudian akan dibandingkan secara statistik dengan data survey lapangan pada ruas jalan yang sama, sehingga diharapkan akan didapat metoda estimasi *Trip Assignment* yang

menghasilkan volume lalu lintas hasil estimasi yang kedekatannya dengan data nyata di lapangan paling akurat. Data hasil estimasi dengan program TRANPLAN ini dapat dilihat pada bagian Lampiran

ANALISIS DATA PENELITIAN

5.1. Metoda Analisis

Sesuai dengan tujuan penelitian yang ditetapkan semula yaitu untuk dapat menentukan metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan hasil estimasi volume lalu lintas dengan tingkat validitas yang tinggi, maka analisis data penelitian akan berupa perbandingan antara data hasil pemodelan dengan data nyata hasil survey langsung di lapangan.

Metoda perbandingan yang digunakan adalah perbandingan secara statistik dengan menggunakan 2 (dua) macam test, yaitu :

1. Berdasarkan parameter-parameter yang mengindikasikan kesamaan antara volume model dengan volume lalu lintas nyata dengan menggunakan analisis korelasi. Parameter korelasi yang dimaksud adalah nilai R^2 , nilai koefisien slope dan nilai intersep.
2. Berdasarkan nilai kesalahan perkiraan volume lalu lintas model dibandingkan dengan volume nyata atau yang biasa dikenal dengan istilah statistik *Root Mean Square Error (RMSE)*

Dengan berdasarkan parameter-parameter tersebut, data lalu lintas yang dihasilkan oleh metoda-metoda *Trip Assignment* yang digunakan dalam penelitian ini kemudian dibandingkan untuk mendapatkan metoda dengan nilai-nilai perbandingannya paling bagus. Metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan nilai-nilai perbandingan yang terbaik berarti mengindikasikan data estimasi yang dihasilkan metoda tersebut secara statistik adalah sama dengan data hasil survey di

lapangan atau dengan kata lain jika sumbu X mewakili data hasil estimasi dan sumbu Y mewakili data survey lapangan, maka jika data-data hasil estimasi dan data-data hasil survey diplotkan maka grafik yang terbentuk adalah garis linear, kemiringan garisnya 45° dan memotong sumbu $(0,0)$ serta memiliki nilai RMSE yang mendekati nilai nol.

Pada intinya pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan membahas hasil penelitian murni berdasarkan hasil statistik dengan menggunakan cara eliminasi bertahap. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan memberikan semacam nilai ambang batas penerimaan/penolakan bagi tiap-tiap nilai pada masing-masing parameter penentu yaitu nilai ambang batas penerimaan/penolakan pada nilai-nilai R^2 , nilai slope, nilai intersep terhadap pusat sumbu $(0,0)$ secara komprehensif dan nilai RMSE. Setelah diberi nilai ambang batas penerimaan/penolakan, maka akan didapat metoda-metoda *Trip Assignment* yang masuk dalam kategori yang estimasi volume lalu lintasnya memiliki tingkat kecermatan yang baik. Selanjutnya dari metoda-metoda yang masuk kategori terbaik tersebut dapat ditentukan metoda yang paling baik dengan mengkaji parameter-parameter yang digunakan masing-masing metoda tersebut.

Selanjutnya berdasarkan nilai-nilai parameter hasil regresi linier diharapkan dapat diturunkan suatu persamaan empiris bagi masing-masing metoda *Trip Assignment*. Dengan persamaan empiris ini nantinya diharapkan dapat dilihat secara matematis hubungan antara volume lalu lintas hasil pemodelan dengan volume lalu lintas nyata hasil survey dalam bentuk persamaan garis linier. Hal penting yang perlu diingat adalah bahwa persamaan empiris yang dihasilkan nantinya adalah persamaan empiris yang hanya berlaku bagi kasus/penelitian ini saja, sedangkan untuk kasus di

daerah dan waktu yang berbeda maka persamaan empiris yang dihasilkan pada penelitian ini hanya dapat membenarkan gambaran fenomena yang mungkin terjadi pada penelitian sejenis

5.2. Analisis penentuan kriteria ambang batas pada nilai parameter statistik.

Seperti diuraikan di atas, parameter statistik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua parameter pokok, yaitu :

1. Uji statistik dengan menggunakan Analisa Regresi Linier berdasarkan nilai R^2 , koefisien Slope dan nilai intersep terhadap pusat koordinat (0,0).
2. Uji statistik berdasarkan nilai RMSE

Pemberian kriteria pada nilai parameter statistik yang dihasilkan dilakukan berdasarkan karakteristik parameter tersebut. Sebagai contoh, nilai R^2 pada garis regresi menunjukkan kekuatan korelasi antara variabel bebas dan tak bebas. Bila R^2 mendekati nilai 1 berarti korelasi antara data hasil pengamatan dan data hasil estimasi/pemodelan yang terbentuk sangat kuat. Demikian pula sebaliknya, Jika nilai R^2 mendekati 0, berarti korelasi antara data hasil pengamatan dan data hasil estimasi/pemodelan yang terbentuk tidak kuat (tidak ada korelasi) Dengan demikian metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan nilai R^2 mendekati 1 kita terima sebagai metoda yang menghasilkan estimasi volume lalu lintas dengan tingkat kecermatan yang tinggi, sedangkan yang jauh di bawah nilai 1 bisa kita sisihkan.

Dalam pemberian nilai ambang penolakan/penerimaan dalam penelitian ini diusahakan untuk mendapatkan nilai ambang batas yang seobyektif mungkin, karena tidak adanya nilai standar baku yang ditetapkan dalam penentuan nilai-nilai R^2 , koefisien slope dan nilai intersep serta nilai RMSE yang menentukan dalam

perbandingan dua sampel data. Oleh sebab itu dalam penelitian ini, nilai ambang batas penolakan/penerimaan suatu parameter didasarkan pada rasio/persentase dan nilai suatu parameter tersebut terhadap nilai rata-rata parameter tersebut yang dihasilkan oleh semua metoda *Trip Assignment* yang diuji.

Pemberian nilai ambang batas penolakan/penerimaan pada parameter statistik yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel 5.1. Ambang batas penerimaan/penolakan nilai-nilai parameter statistik :

Tabel 5.1. Ambang batas penerimaan/penolakan nilai-nilai parameter statistik

No	Keterangan	Nilai R^2	Nilai slope	Prosentase nilai intersep terhadap nilai volume lalu lintas riil rata-rata
1.	Diterima	0.9 - 1	0.8 - 1	0 - 2 %
2.	Ditolak	< 0.9	< 0.7	> 2 %

Tabel 5.2. Ambang batas penerimaan/penolakan nilai RMSE

No.	Keterangan	Prosentase nilai RMSE terhadap nilai RMSE rata-rata
1.	Diterima	≤ 50 %
2.	Ditolak	> 50 %

Penentuan nilai ambang batas penerimaan/penolakan di atas merupakan asumsi yang ditentukan sendiri oleh penulis dengan didasarkan pada kaidah ilmiah dan disesuaikan dengan karakteristik dari masing-masing parameter

5.3. Hasil Perhitungan Nilai Parameter Statistik

Seperti yang telah disebutkan di atas, parameter statistik yang dijadikan dasar penentuan tingkat validasi dari metoda *Trip Assignment* dalam penelitian ini terbagi atas 2 macam test yaitu :

A. Parameter hasil regresi linier

- 1 Nilai R^2
- 2 Nilai koefisien slope
- 3 Nilai intersep terhadap titik (0,0)

B. Parameter berdasarkan nilai akar **kesalahan** rata-rata yaitu nilai *Root Mean Square Error (RMSE)*.

5.3.1. Pembahasan berdasarkan nilai hasil analisis korelasi

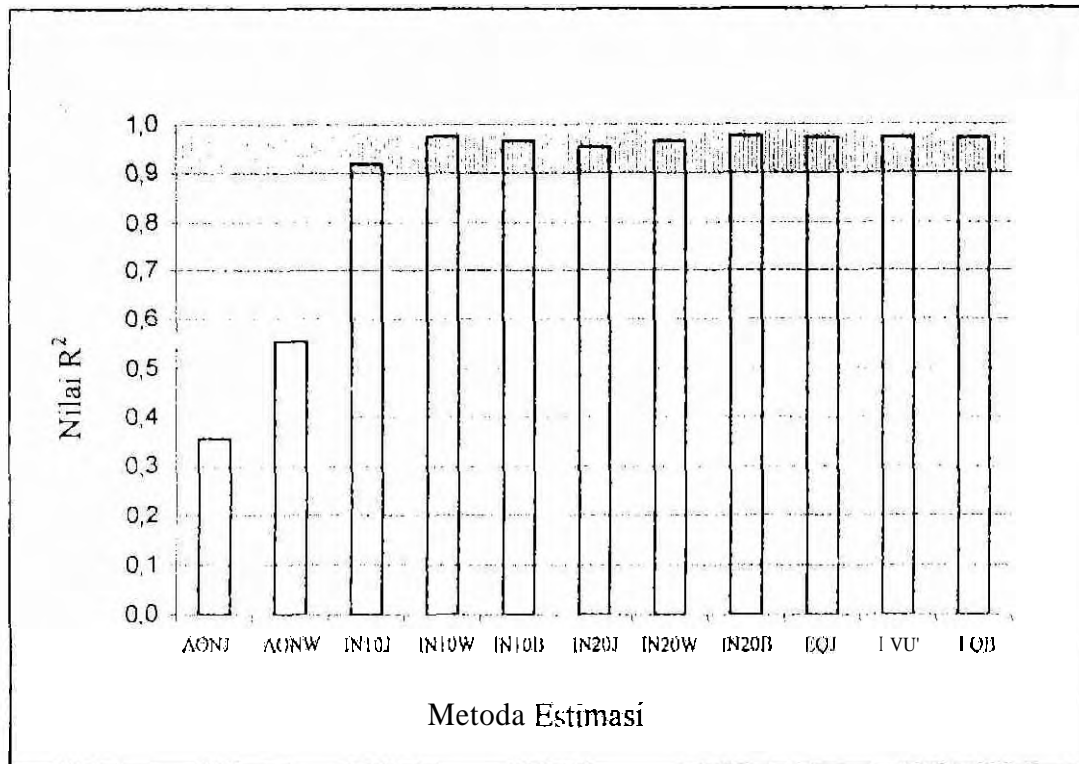
5.3.1.1 Pembahasan berdasarkan nilai R^2

Dalam pengujian data secara statistik dengan menggunakan metoda analisis regresi dan korelasi, nilai R^2 mengindikasikan tingkat korelasi yang terbentuk antara dua populasi data yang dibandingkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 dan 1. Semakin mendekati nilai 1 berarti korelasi yang terbentuk oleh data-data yang dibandingkan semakin bagus dan hal sebaliknya berlaku bagi nilai R^2 yang mendekati nilai 0.

Berdasarkan nilai R^2 hasil dari perhitungan regresi linear dan perhitungan korelasi terhadap keseluruhan data didapatkan bahwa hanya hasil regresi data hasil metoda *All or Nothing* (berdasarkan jarak dan waktu) yang menghasilkan nilai R^2 yang jelek yaitu 0.357 untuk metoda *All or Nothing* berdasarkan jarak dan 0.554 untuk metoda *All or Nothing* berdasarkan waktu. Dengan demikian metoda *All or*



Nothing baik yang berdasarkan jarak maupun waktu dapat kita sisihkan dari deretan metoda *Trip Assignment* yang akan kita uji tingkat validitasnya.



Gambar 5.1 Grafik Nilai R^2 Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda Trip Assignment

Nilai-nilai R^2 untuk semua metoda *Trip Assignment* yang digunakan dalam penelitian ini serta klasifikasi metoda yang memenuhi syarat sebagai metoda yang menghasilkan nilai R^2 yang mengindikasikan korelasi yang erat antara data volume lalu lintas hasil estimasi dengan data volume lalu lintas nyata di lapangan pada regresi linier (didasarkan pada nilai ambang batas penolakan/penerimaan yang telah ditentukan di tabel 5.1) dapat dilihat pada gambar 5.1. Grafik Nilai R^2 Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing metoda *Trip Assignment* dan tabel 5.5. Klasifikasi status Metoda *Trip Assignment* berdasarkan nilai R^2 .

Tabel 5.3. Klasifikasi status Metoda *Trip Assignment* berdasarkan nilai R^2

No	Metoda Trip Assignment		Status
1	All or Nothing	J	Ditolak
2		W	Ditolak
3	Incremental 10 %	J	Diterima
4		W	Diterima
5		B	Diterima
6	Incremental 20 %	J	Diterima
7		W	Diterima
8		B	Diterima
9	Equilibrium	J	Diterima
10		W	Diterima
11		B	Diterima

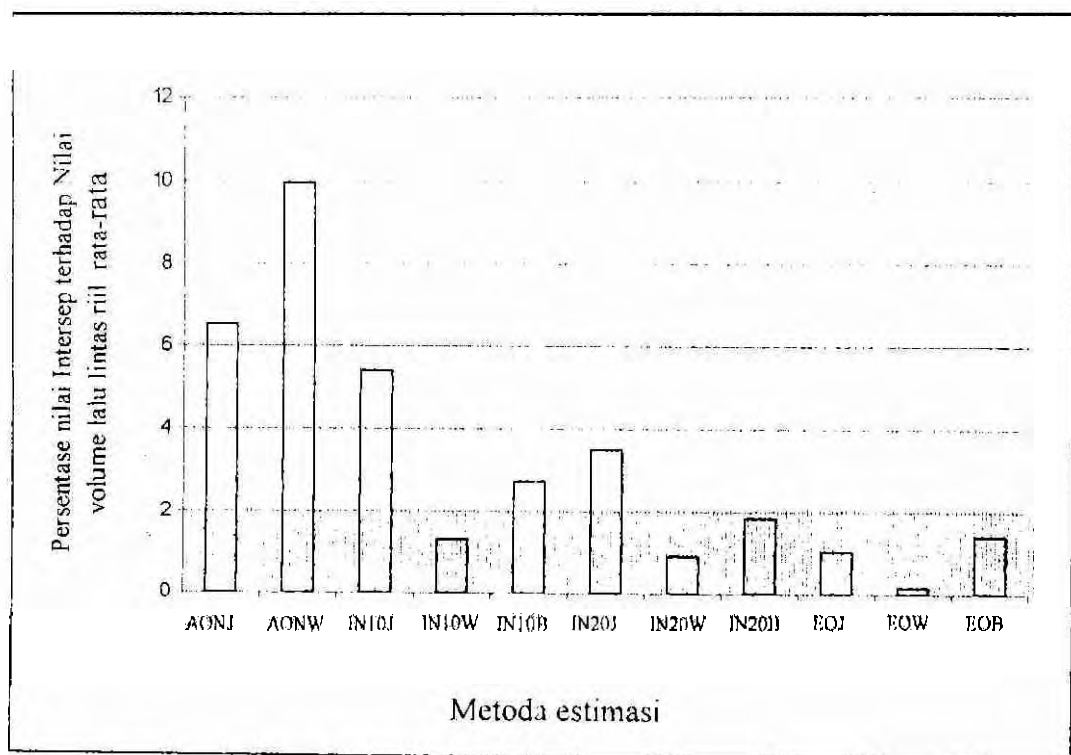
5.3.1.2 Pembahasan berdasarkan nilai intersep terhadap pusat sumbu

$xy (0,0)$

Besarnya nilai intersep mengindikasikan besarnya nilai koefisien C dalam persamaan garis linier $y = mx + C$. Nilai intersep yang baik adalah apabila nilai tersebut mendekati atau sama dengan nol yang berarti juga mengindikasikan dekatnya nilai hubungan antara nilai y dengan nilai x. Hal ini mengindikasikan pula bagi penelitian ini bahwa volume lalu lintas hasil estimasi dengan volume lalu lintas nyata mempunyai nilai yang berkorelasi erat. Apabila nilai koefisien slope adalah 1 sedangkan nilai intersep cukup besar (positif atau negatif), hal ini menunjukkan persamaan $y = mx + C$ yang kurang baik. Persamaan yang baik harus mengandung nilai koefisien slope yang mendekati atau sama dengan satu (diindikasikan dengan kemiringan garis linier yang terbentuk membentuk sudut kemiringan/slope sebesar 45°) dan nilai intersep yang tidak terlalu besar atau sama dengan nol.

Dari hasil perhitungan regresi linier serta didasarkan pada nilai ambang batas penolakan/penerimaan nilai intersep yang dapat diterima sebelumnya, maka metoda *Trip Assignment* yang dapat diterima sebagai metoda yang memenuhi kriteria sebagai metoda yang menghasilkan volume lalu lintas hasil estimasi dengan validitas yang tinggi berdasarkan nilai intersep terhadap sumbu ordinat y adalah metoda *Incremental 10 %* berdasarkan waktu, *Incremental 20 %* berdasarkan waktu dan biaya serta metoda *Equilibrium* berdasarkan jarak, waktu dan biaya.

Nilai-nilai intersep untuk semua metoda *Trip Assignment* yang digunakan dalam penelitian ini serta klasifikasi metoda yang memenuhi syarat sebagai metoda yang menghasilkan nilai intersep yang bagus pada regresi linier antara data hasil estimasi dan data hasil survey dapat dilihat pada gambar 5.2, dan tabel 5.3.



Gambar 5.2. Grafik Nilai Intersep Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing metoda *Trip Assignment*

Tabel 5.4. Klasifikasi status Metoda Trip Assignment berdasarkan nilai Intersep

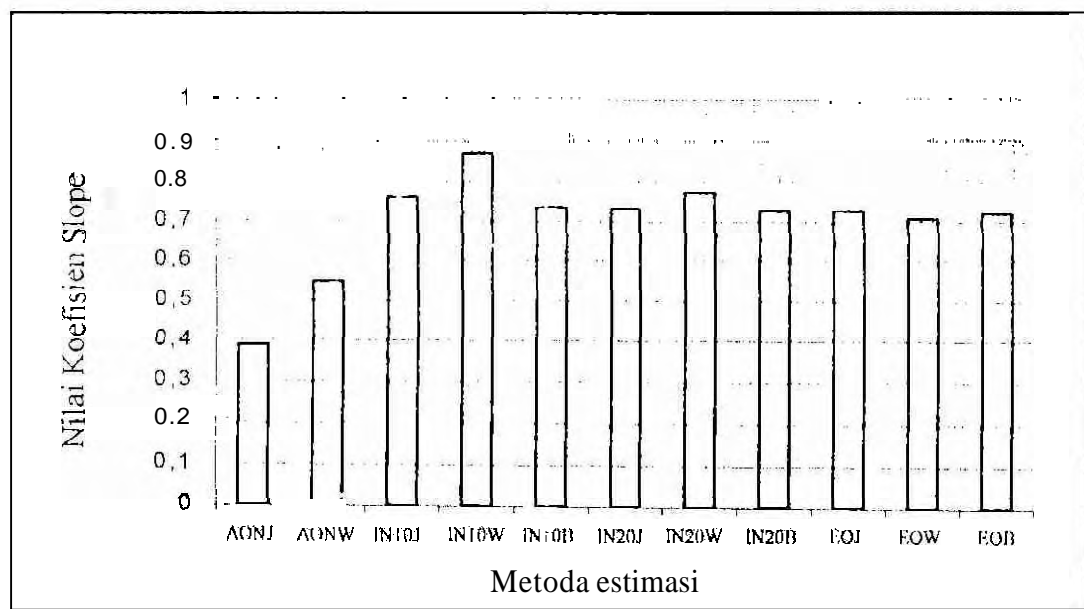
	Metoda Trip Assignment		Status
1	All or Nothing	J	Ditolak
2		W	Ditolak
3	Incremental 10 %	J	Ditolak
4		W	Diterima
5		B	Ditolak
6	Incremental 20 %	J	Ditolak
7		W	Diterima
8		B	Diterima
9	Equilibrium	J	Diterima
10		W	Diterima
11		B	Diterima

5.3.1.3 Pembahasan berdasarkan nilai Koefisien *Slope*

Nilai koefisien slope merupakan nilai yang mengindikasikan besarnya penyimpangan garis linier hasil regresi yang terbentuk terhadap garis linier $y = x$. Nilai koefisien slope ini berkisar antara 0 dan ± 1 . Semakin mendekati 0 berarti penyimpangan yang terjadi sangat besar, sedangkan jika nilai koefisien slope mendekati 1 berarti kemiringan garis linier hasil regresi semakin mendekati sama dengan garis $y = x$ yang berarti mengindikasikan bahwa nilai x hampir sama dengan nilai y . Dalam kaitannya dengan penelitian ini, jika garis hasil regresi antara data volume lalu lintas hasil estimasi dengan data volume lalu lintas nyata di lapangan menghasilkan sudut kemiringan (slope) sebesar 45° , maka hal ini mengindikasikan bahwa nilai volume lalu lintas hasil pemodelan hampir sama dengan volume lalu lintas hasil survey langsung di lapangan.

Berdasarkan kecenderungan hal tersebut di atas serta didasarkan pada kriteria yang telah ditentukan pada sub bab sebelumnya, maka berdasarkan nilai koefisien slope metoda yang masuk dalam kriteria metoda yang memiliki tingkat estimasi dengan validitas yang tinggi adalah metoda *incremental* 10 % berdasarkan waktu dengan nilai koefisien slope sebesar 0.865. Dengan nilai koefisien slope yang hampir mendekati nilai 0.9 ini berarti garis linier hasil regresi antara data-data volume lalu lintas estimasi dengan volume lalu lintas nyata di lapangan adalah hampir sama kemiringannya dengan kemiringan ideal garis linier persamaan $y = mx + C$ dengan kata lain bahwa nilai volume lalu lintas hasil pemodelan hampir sama dengan nilai volume lalu lintas nyata di lapangan.

Nilai-nilai koefisien slope untuk semua metoda *Trip Assignment* yang digunakan dalam penelitian ini serta klasifikasi metoda yang memenuhi syarat sebagai metoda yang menghasilkan nilai koefisien slope yang bagus pada regresi linier dapat dilihat pada Gambar 5.3, dan tabel berikut ini :



Gambar 5.3. Grafik Nilai Koefisien Slope Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda *Trip Assignment*

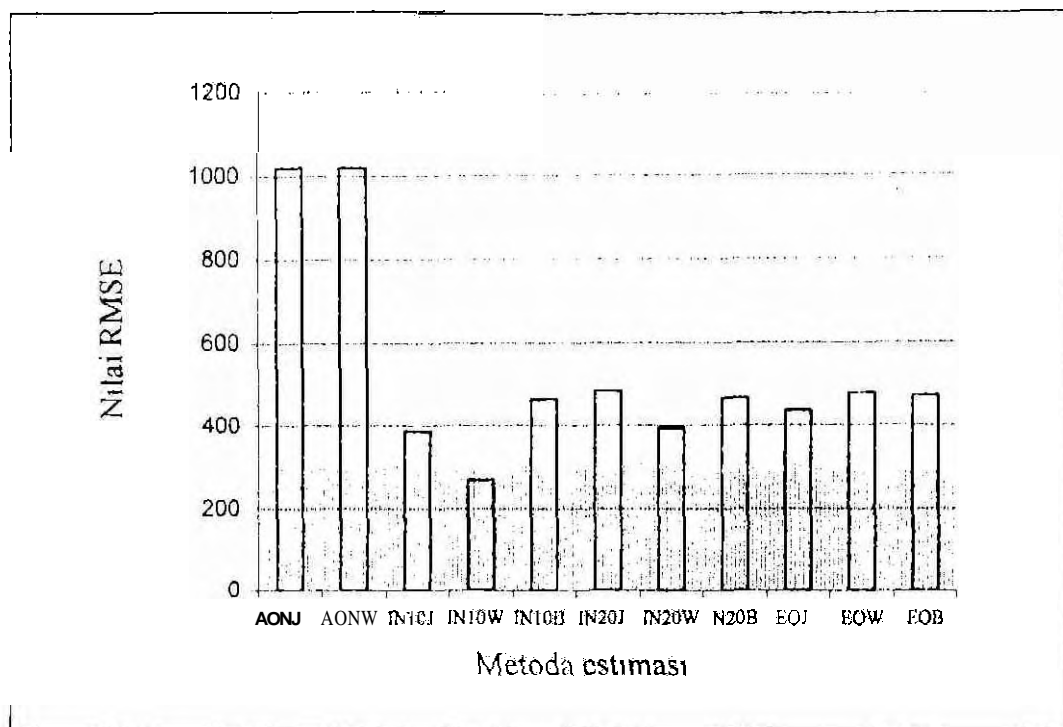
Tabel 5.5. Klasifikasi status Metoda *Trip Assignment* berdasarkan nilai Koefisien

Slope			
No	Metoda Trip Assignment		Status
1	All or Nothing	J	Ditolak
2		W	Ditolak
3	Incremental 10 %	J	Ditolak
4		W	Diterima
5		B	Ditolak
6	Incremental 20 %	J	Ditolak
7		W	Ditolak
8		B	Ditolak
9	Equilibrium	J	Ditolak
10		W	Ditolak
11		B	Ditolak

5.3.2. Pembahasan berdasarkan nilai RMSE

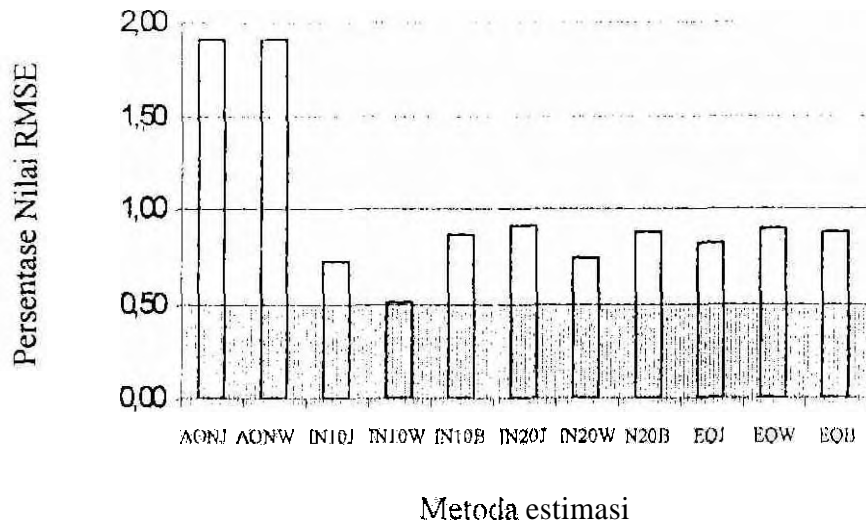
Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah nilai yang mengindikasikan besarnya nilai kesalahan atau penyimpangan antara dua sampel data yang dibandingkan jika ditinjau dari nilai rata-rata perbedaan akar kuadrat dan masing-masing sel data yang sama jika data disajikan dalam bentuk tabulasi. Semakin kecil nilai RMSE atau mendekati nilai nol berarti kesamaan antara dua sampel data yang dibandingkan semakin baik pula. Nilai RMSE yang besar mengindikasikan adanya perbedaan yang cukup besar secara statistik antara suatu sampel data dengan data pembandingnya. Contohnya, bila nilai RMSE antara volume lalu lintas estimasi dibandingkan dengan volume nyata di lapangan menghasilkan nilai yang mendekati nol, maka dapat diambil kesimpulan bahwa volume lalu lintas estimasi adalah sama dengan volume kenyataan yang ada di lapangan.

Dari hasil perhitungan nilai RMSE dan berdasarkan hal-hal di atas serta berdasarkan nilai ambang batas penolakan/penerimaan yang telah ditentukan sebelumnya, maka dalam penelitian ini metoda yang dapat diterima sebagai metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan volume lalu lintas estimasi dengan tingkat validitas yang baik adalah metoda *Incremental 10 %* berdasarkan waktu dengan nilai RMSE sebesar 270 atau hanya 50 persen dari nilai rata-rata RMSE yang dihasilkan oleh semua metoda *Trip Assignment* yang diuji dalam penelitian ini. Walaupun nilai RMSE 270 ini cukup besar, namun jika dilihat dari secara keseluruhan nilai RMSE yang dihasilkan metoda-metoda lainnya, maka nilai RMSE yang dihasilkan metoda *Incremental 10 %* berdasarkan waktu ini dapat dikategorikan sebagai nilai yang cukup baik



Gambar 5.4. Grafik Nilai RMSE Data Estimasi vs Data Survey untuk masing-masing Metoda *Trip Assignment*





Gambar 5.5. Grafik Persentase Nilai RMSE data Estimasi vs data Survey untuk masing-masing Metoda *Trip Assignment*

Tabel 5.6. Klasifikasi status Metoda *Trip Assignment* berdasarkan nilai RMSE

No	Metoda 'Trip Assignment		Status
1	All or Nothing	J	Ditolak
2		W	Ditolak
3	Incremental 10 %	J	Ditolak
4		W	Diterima
5		B	Ditolak
6	Incremental 20 %	J	Ditolak
7		W	Ditolak
8		B	Ditolak
9	Equilibrium	J	Ditolak
10		W	Ditolak
11		B	Ditolak

5.4 . Total Nilai Parameter Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil perhitungan analisis korelasi dan regresi serta perhitungan nilai RMSE, maka secara keseluruhan nilai-nilai parameter statistik yang dihasilkan oleh masing-masing metoda *Trip Assignment* disajikan dalam tabel 5.6. Total nilai-nilai parameter hasil penelitian :

Tabel 5.7. Total nilai-nilai parameter hasil penelitian

No	Jenis Metoda Trip Assignment	Fungsi Hambatan	Kode	R ²	Koef. Slope	Nilai Intersep (%)	RMSE (%)	Keterangan
1	All or Nothing	Jarak	AONJ	0.36	0.39	2.06	1.90	Ditolak
2		Waktu	AONW	0.55	0.55	3.15	1.90	Ditolak
3	Incremental 10	Jarak	IN10J	0.92	0.76	1.70	0.72	Ditolak
4		Waktu	IN10W	0.98	0.87	0.40	0.50	Diterima
5		Biaya	IN10B	0.97	0.74	0.87	0.87	Ditolak
6	Incremental 20	Jarak	IN20J	0.95	0.73	1.11	0.91	Ditolak
7		Waktu	IN20W	0.97	0.77	0.28	0.74	Ditolak
8		Biaya	IN20B	0.98	0.73	0.59	0.87	Ditolak
9	Equilibrium	Jarak	EQJ	0.97	0.73	0.32	0.82	Ditolak
10		Waktu	EQW	0.97	0.71	0.05	0.89	Ditolak
11		Biaya	EQB	0.97	0.72	0.45	0.88	Ditolak

Berdasarkan hasil-hasil analisis korelasi serta nilai RMSE yang diperoleh di atas dan dengan didasarkan pada kriteria ambang batas penerimaan/penolakan yang telah ditentukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa *Metoda Trip Assignment Incremental 10 %* dengan fungsi hambatan berdasarkan waktu adalah metoda Trip Assignment yang menghasilkan data estimasi volume lalu lintas yang identik secara statistik terhadap data volume lalu lintas riil di lapangan. Dengan demikian metoda *Trip Assignment Incremental 10 %* berdasarkan waktu tersebut dapat kita simpulkan sebagai metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan data estimasi volume lalu lintas yang memiliki tingkat kecermatan yang paling baik untuk proses peramalan kebutuhan transportasi di Kota Surabaya.

5.5. Persamaan Empiris Volume Estimasi dengan Menggunakan Metoda Trip Assignment

Berdasarkan hasil penelitian yang ada serta nilai parameter-partimeter uji statistik yang terbentuk dari hasil regresi linier maka terbentuk suatu persamaan empiris yang merupakan hubungan linier antara volume lalu lintas hasil pemodelan dengan volume lalu lintas nyata di lapangan. Persamaan empiris yang memberikan hasil estimasi dengan tingkat kecermatan yang paling baik adalah sebagai berikut :

$$Y = 0.87 X + 17 \dots\dots\dots 10$$

dimana variabel Y adalah mewakili volume lalu lintas riil di lapangan, sedangkan variabel X mewakili nilai volume lalu lintas hasil estimasi metoda Trip Assignment. Persamaan empiris ini merupakan persamaan yang terbentuk berdasarkan nilai-nilai parameter analisis korelasi untuk metoda *Trip Assignment Incremental 10 %* dengan fungsi hambatan waktu yang telah disimpulkan sebelumnya sebagai metoda *Trip Assignment* yang menghasilkan data volume lalu lintas estimasi yang memiliki tingkat kecermatan yang paling baik.

5.6. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan berdasarkan aspek-aspek statistik yang telah ditetapkan sebelumnya, maka diambil kesimpulan bahwa metoda *Trip Assignment Incremental 10 %* berdasarkan waktu adalah metoda *Trip Assignment* yang bisa menghasilkan hasil estimasi volume lalu lintas dengan tingkat validasi yang paling tinggi secara statistik khususnya untuk pemodelan kebutuhan transportasi atau estimasi arus lalu lintas di wilayah Kotamadya Surabaya Hal ini dibuktikan bahwa metoda *Trip Assignmet Incremental 10 %* berdasarkan waktu lolos dari semua



batas nilai ambang batas penerimaan/penolakan nilai parameter uji statistik yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- Black, J.A. (1981); **Urban Transport Planning: Theory and Practice**; London; Cromm Helm
- Ortuzar, J D and Willumsen, L G. (1990); **Modelling Transport**. Second Edition; John Willey and Sons, England
- Sipil ITB (1996); **Pencananan Transportasi (Transportation Planning)**, Jurusan Teknik Sipil; Institut Teknologi Bandung; Bandung
- Sugiyono (1999); **Statistika untuk Penelitian**, Edisi kedua; Alfabeta; Bandung
- Sulistio, H. (1991), "Estimasi Matriks Asal-Tujuan (MAT) pergerakan kendaraan menggunakan data arus lalu lintas"; **Kuliah Tamu, Ulang Tahun Fakultas Teknik Universitas Brawijaya**, Malang
- Sulistio, H (1992); "Metodologi Peramalan Lalu lintas Menggunakan Pendekatan Model Transportasi "; **Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya**, Vol 1 No 4 Bulan Juli 1992, Hal 2-12.
- Sulistio, H (1992); "Estimasi matrik Pergerakan Asal-Tujuan Kendaraan Menggunakan Data Arus Lalu lintas"; **Jurnal Universitas Brawijaya**; Vol 4 No 3 Bulan Maret 1992, Hal 13-28
- Sulistio, H (1996); "Model Gravity Opportunity Sebagai Model Transportasi"; **Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya**; Vol III No 5 Bulan Agustus 1996, Hal 129-143.



Tamin, O Z (1986); 'The Esttimation of a Transport Demand Model From Traffic Counts and Simple Zonal Planning Data", Report of Transport Studies **Group**; University College London; London

Tamin, O Z (1997); **Perencanaan dan Pemodelan Transportasi**; Penerbit ITB; Bandung

Tamin, O.Z. (1988b); "Transport Demand Model From Traffic Counts", Proceedings of the 20th Annual Conference of Universities Transport Studies Group, London.

Tamin ,OZ (1988c); "Simplified Transport Model Based on Traffic Counts"; Workshop in Transport Models, University of Napoli; Napoli (Italy)

The Urban Analysis Group (1995); **TRANPLAN User** Manual, The Urban Analysis Group, Inc; California

Walpole, ER and Myers, RH (1995); **Ilmu Peluang** dan Statistika untuk **Insinyur** dan **Ilmuwan**; Terjemahan oleh RK Sembiring; Penerbit ITB; Bandung

DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
METODA TRIP ASSIGNMENT All or Nothing (Jarak)

No	Data survey	Data estimasi	No	Data survey	Data estimasi	No	Data survey	Data estimasi
1	622	27	41	113	57	81	1310	294
2	859	106	42	1845	0	82	973	272
3	2412	209	43	1584	579	83	455	150
4	839	495	44	2130	886	84	1049	618
5	2131	950	45	88	66	85	734	519
6	3127	715	46	286	34	86	987	316
7	483	147	47	2543	725	87	878	405
8	353	410	48	187	72	88	1045	486
9	3279	1682	49	117	8	89	632	61
10	307	1842	50	1853	386	90	756	80
11	1758	945	51	1879	643	91	1675	829
12	650	387	52	754	134	92	1879	437
13	326	1926	53	1850	0	93	1074	431
14	212	0	54	877	171	94	1435	1464
15	1879	933	55	2478	867	95	1874	1298
16	573	0	56	2109	460	96	878	315
17	1219	703	57	634	109	97	718	427
18	3034	258	58	878	375	98	2176	825
19	888	195	59	435	170	99	1952	897
20	104	26	60	997	380	100	3184	2904
21	1685	400	61	564	114	101	3524	3091
22	889	0	62	289	40	102	2182	1256
23	245	0	63	2076	1060	103	2309	1120
24	1335	0	64	888	484	104	2459	905
25	4308	1355	65	128	0	105	2189	578
26	420	172	66	1089	612	106	1166	491
27	318	978	67	1214	898	107	1273	561
28	412	814	68	322	241	108	2703	2247
29	211	172	69	870	81	109	1892	1791
30	457	956	70	2249	575	110	3021	1561
31	355	620	71	2334	551	111	2995	1076
32	97	0	72	1079	483			
33	611	0	73	1508	407			
34	855	993	74	1582	52			
35	1423	824	75	1581	184			
36	888	0	76	780	322			
37	811	1029	77	1327	1025			
38	655	593	78	1972	233			
39	513	64	79	579	0			
40	2314	1047	80	2896	1689			

CATATAN: Data dalam satuan Mobil Perumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.597510424	1

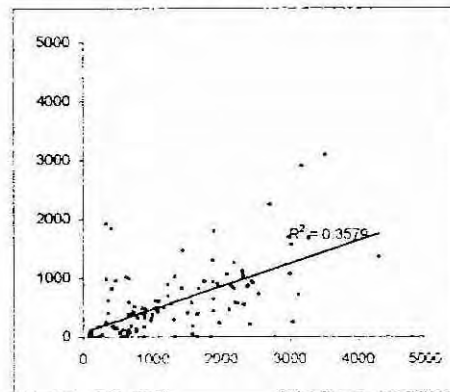
SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.597510424
R Square	0.357018707
Adjusted R Square	0.351119796
Standard Error	481.4981751
Observations	111

ANWA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	14031639.67	14031639.67	6052281682	4.42495E-12
Residual	109	252706137	231840.4927		
Total	110	3930225337			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	84.00685931	78.88558449	1.064920287	0.289265332	-72.34171124	240.3654299	-72.34171124	240.3654299
X Variable 1	0.388593895	0.049950105	7.779641176	4.42495E-12	0.289594469	0.48759332	0.289594469	0.48759332



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT All = Nothing (Waktu)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	622	104	41	113	62	81	1310	307
2	659	0	42	1845	456	82	973	50
3	2412	635	43	1584	464	83	455	0
4	839	0	44	2130	685	84	1049	546
5	2431	434	45	88	56	85	734	409
6	3127	697	46	256	59	86	987	404
7	483	46	47	2543	875	87	878	401
8	353	573	48	107	0	88	1045	1163
9	3279	2498	49	117	2	89	632	257
10	397	518	50	1853	59	90	758	70
11	1758	679	51	1879	494	91	1675	841
12	650	389	52	754	80	92	1679	458
13	326	319	53	1850	433	93	1074	331
14	212	0	54	677	173	94	1435	1397
15	1878	494	55	2378	824	95	1674	1369
16	573	53	56	2109	652	96	876	0
17	1219	737	57	634	38	97	719	99
18	3034	175	58	876	178	98	2176	845
19	688	53	59	435	114	99	1952	701
20	104	0	60	997	173	100	3184	3210
21	1665	737	61	564	42	101	3524	3311
22	669	624	62	269	0	102	2182	1336
23	245	0	63	2076	1115	103	2309	1226
24	1335	624	64	888	162	104	2459	1715
25	4308	1920	65	128	0	105	2199	1498
26	420	171	66	1089	46	106	1108	0
27	318	738	67	1214	573	107	1273	517
28	412	489	68	322	0	108	2703	1520
29	211	163	69	670	154	109	1882	754
30	457	494	70	2249	605	110	3021	1986
31	365	731	71	2334	630	111	2995	2886
32	97	8	72	1079	293			
33	611	330	73	1508	658			
34	865	394	74	1582	462			
35	1423	681	75	1581	276			
36	868	919	76	780	414			
37	811	865	77	1327	677			
38	855	394	78	1872	221			
39	513	0	79	579	0			
40	2314	739	80	2896	2687			

CATATAN Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.74458282	1

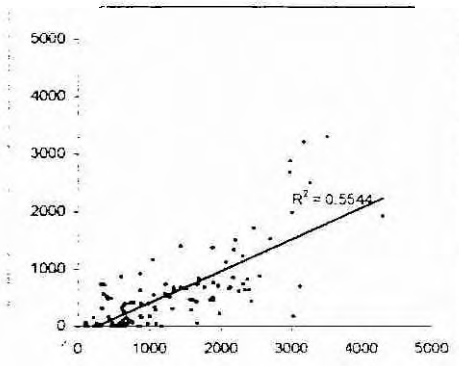
SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.74458282
R Square	0.554403576
Adjusted R Square	0.550315536
Standard Error	4532131025
Observations	111

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	27855806.59	27855806.59	135.6159668	7.49117E-21
Residual	109	22388830.68	205402.1163		
Total	110	50244637.27			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-128.3269859	74.20265665	-1.72941228	0.086588229	275.3941513	18.7401794	275.3941513	18.7401794
X Variable 1	0.54662495	0.046939022	11.64542686	7.49117E-21	0.453593389	0.63965651	0.453593389	0.63965651



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT : Incremental Loading 10% (Jarak)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	822	505	41	113	84	81	1310	1038
2	659	550	42	1845	962	82	873	765
3	2412	2170	43	1664	1360	83	455	354
4	838	713	44	2130	874	84	1048	642
5	2431	1944	45	86	66	85	734	594
6	3127	2532	46	256	192	86	987	781
7	483	381	47	2543	1983	87	878	732
8	353	296	48	107	33	88	1045	825
9	3279	2683	49	117	85	89	632	531
10	287	329	50	1653	838	90	768	582
11	1758	1353	51	1879	1228	91	1875	1323
12	850	546	52	754	580	92	1879	1598
13	328	264	53	1650	1171	93	1074	891
14	212	553	54	877	570	94	1495	1162
15	1879	1453	55	2378	1783	95	1874	1405
16	573	835	56	2108	1560	96	876	674
17	1218	823	57	634	494	97	719	568
18	3034	2415	58	870	692	98	2176	1327
19	688	1045	59	436	348	99	1952	1483
20	104	85	60	897	787	100	3184	2579
21	1865	2035	61	584	438	101	3524	2748
22	889	1286	62	269	220	102	2182	1854
23	245	183	63	2078	1681	103	2309	1870
24	1335	981	64	888	710	104	2458	2138
25	4306	3181	65	128	104	105	2189	1825
26	420	1250	66	1080	882	106	1188	908
27	318	1013	67	1214	1031	107	1273	1031
28	412	408	68	322	254	108	2703	2243
29	211	160	69	870	566	109	1882	1514
30	457	112	70	2248	1776	110	3021	2567
31	355	294	71	2334	1867	111	2895	2366
32	97	316	72	1079	809			
33	811	501	73	1508	1191			
34	855	504	74	1562	1328			
35	1423	833	75	1681	1217			
36	868	677	76	780	863			
37	611	519	77	1327	1101			
38	655	491	78	1872	1479			
39	513	415	79	579	451			
40	2314	1597	80	2896	2316			

CATATAN: Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pou)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

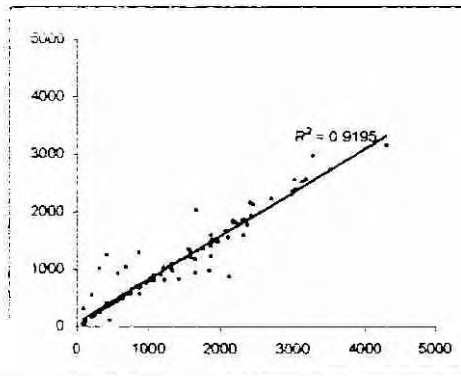
	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.958884963	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.958884963
R Square	0.919460373
Adjusted R Square	0.918721477
Standard Error	207.3588533
Observations	111

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	53505085.75	53505085.75	1244.371052	1.89516E-61
Residual	109	4686748.848	42997.69402		
Total	110	58191834.4			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	69.38624695	33.8723496	2.042432972	0.043521958	2.054194679	136.7182992	2.054194679	136.7182992
X Variable 1	0.758820916	0.021511185	35.27584389	1.89516E-61	0.716186471	0.801455361	0.716186471	0.801455361



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT : Incremental Loading 10% (Waktu)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	522	598	41	113	99	81	1310	998
2	659	553	42	1845	1356	82	873	1052
3	2412	2365	43	1564	1188	83	455	379
4	839	720	44	2130	1563	84	1049	663
5	2431	2334	45	88	69	85	734	608
6	3127	2701	46	256	201	86	987	885
7	483	421	47	2543	2012	87	578	665
8	353	298	48	107	56	88	1045	729
9	3279	2953	49	117	90	89	632	537
10	397	348	50	1853	1125	90	756	536
11	1758	1731	51	1879	1542	91	1875	1342
12	650	548	52	754	689	92	1879	1726
13	326	338	53	1850	1289	93	1074	912
14	212	181	54	077	525	94	1435	1127
15	1879	1623	55	2378	2098	95	1874	1811
16	573	635	56	2109	1652	96	878	465
17	1219	1125	57	634	495	97	719	603
18	3034	2643	58	876	784	98	2176	1635
19	686	591	59	435	358	99	1952	1542
20	104	84	60	997	652	100	3184	2778
21	1865	1315	61	564	437	101	3524	2854
22	869	836	62	269	225	102	2182	1676
23	245	213	63	2076	1682	103	2309	1847
24	1335	1325	64	888	785	104	2459	2090
25	4308	3749	65	128	101	105	2199	1847
26	420	389	66	1089	908	106	1166	972
27	318	241	67	1214	1009	107	1273	1020
28	412	388	68	322	335	108	2703	2365
29	211	175	69	670	542	109	1892	1589
30	457	401	70	2249	2376	110	3021	2735
31	355	294	71	2334	1821	111	2895	2485
32	97	75	72	1079	765			
33	811	519	73	1508	1221			
34	655	589	74	1582	1095			
35	1423	1241	75	1581	1264			
36	868	773	76	780	446			
37	611	489	77	1327	1048			
38	855	586	78	1972	1695			
39	513	430	79	579	452			
40	2314	2137	80	2896	2785			

CATATAN: Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

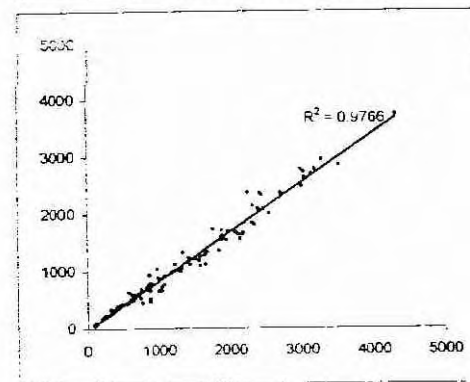
	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.987902913	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.987902913
R Square	0.975952166
Adjusted R Square	0.975731544
Standard Error	125.3838782
Observations	111

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	69544447.63	69544447.63	4423.672753	4.5296E-90
Residual	109	1713601.742	15721.1169		
Total	110	71258049.37			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-31.0604936	20.54209346	-1.5120413	0.133417296	-71.7742307	9.653243507	-71.7742307	9.653243507
X Variable 1	0.865113306	0.013007189	66.51039582	4.5296E-90	0.839333496	0.890893117	0.839333496	0.890893117



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT Incremental>Loading 10% (Blaya)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	822	401	41	113	98	81	1310	922
2	858	553	42	1845	1529	82	973	656
3	2412	1675	43	1564	908	83	455	352
4	839	612	44	2130	1425	84	1049	642
5	2431	1426	45	88	77	85	734	521
6	3127	2283	46	256	176	86	987	759
7	483	325	47	2543	1735	87	878	702
8	363	251	48	107	66	88	1045	663
9	3279	2384	49	117	72	89	632	365
10	397	298	50	1853	1125	90	758	696
11	1758	1275	51	1879	1198	91	1875	1253
12	650	485	52	754	456	92	1879	1348
13	328	215	53	1850	1368	93	1074	750
14	212	132	54	877	734	94	1435	998
15	1879	1215	55	2378	1285	95	1874	1321
16	573	338	56	2108	1320	96	676	552
17	1219	765	57	634	235	97	719	448
18	3034	2561	58	878	374	98	2176	1532
19	686	532	59	435	329	99	1952	1385
20	104	81	60	997	701	100	3184	2289
21	1695	989	61	584	378	101	3524	2653
22	889	551	62	269	196	102	2182	1675
23	245	126	63	2078	1421	103	2309	1738
24	1335	856	64	868	527	104	2459	1856
25	4308	3529	65	128	88	105	2199	1861
26	420	268	66	1088	753	106	1188	854
27	318	198	67	1214	872	107	1273	952
28	412	384	68	322	212	108	1703	2001
29	211	175	69	870	453	109	1882	1421
30	457	339	70	2248	1523	110	3021	2245
31	355	302	71	2334	1426	111	2995	2210
32	97	56	72	1079	528			
33	611	521	73	1508	1263			
34	655	378	74	1582	897			
35	1423	1145	75	1581	856			
36	868	587	76	780	421			
37	811	496	77	1327	1126			
38	655	485	78	1972	1256			
39	513	319	79	578	411			
40	2314	1726	80	2896	2016			

CATATW Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.983192099	1

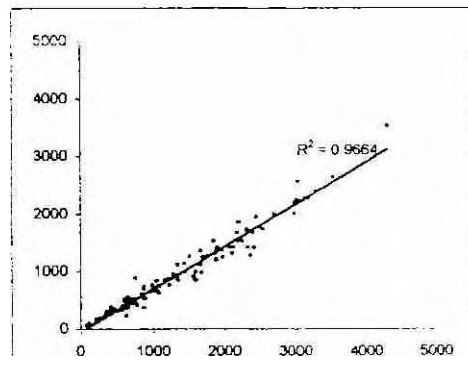
SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.983192099
R Square	0.96666703
Adjusted R Square	0.966360892
Standard Error	126.3840855
Observations	111

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	50490510.29	50490510.29	3161.003521	2.43402E-82
Residual	109	1741050.14	15972.93706		
Total	110	52231560.43			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-35.35332918	20.70596104	-1.707398614	0.090594922	-76.39184631	5.685187937	-76.39184631	5.685187937
X Variable 1	0.737134336	0.013111095	56.2226025	2.43402E-82	0.711148875	0.763119796	0.711148875	0.763119796



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT Incremental Loading 20% (Jarak)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	622	368	41	113	87	81	1310	405
2	659	472	42	1845	998	82	973	571
3	2412	1602	43	1564	1008	83	455	444
4	638	530	44	2130	1402	84	1049	1036
5	2431	1652	45	88	74	85	734	397
6	3127	2114	46	258	187	86	987	524
7	483	415	47	2543	1655	87	878	601
8	353	319	48	107	54	88	1045	706
9	3278	2381	49	117	91	89	632	402
10	397	254	50	1653	1125	90	758	501
11	1758	685	51	1879	1258	91	1875	1045
12	650	387	52	754	612	92	1879	957
13	326	218	53	1650	1108	93	1074	736
14	212	124	54	877	599	94	1435	881
15	1879	1452	55	2378	2251	95	1874	1273
16	573	479	56	2108	1873	96	878	607
17	1219	756	57	634	327	97	719	476
18	3034	2190	58	876	512	98	2178	1678
19	888	347	59	436	215	99	1952	1524
20	104	65	60	987	903	100	3184	2753
21	1885	1058	61	584	375	101	3524	2657
22	868	578	62	289	150	102	2182	1606
23	245	215	63	2076	1412	103	2309	1405
24	1335	1021	64	888	587	104	2459	1887
25	4308	3012	65	126	82	105	2199	1498
26	420	269	66	1088	736	106	1186	607
27	318	198	67	1214	1125	107	1273	773
28	412	294	68	322	232	108	2703	1875
29	211	176	69	670	521	109	1892	1459
30	457	287	70	2249	1625	110	3021	2286
31	355	283	71	2334	2130	111	2995	2451
32	97	88	72	1079	781			
33	611	312	73	1508	1085			
34	655	551	74	1582	1129			
35	1423	975	75	1561	998			
36	868	584	76	780	474			
37	611	409	77	1327	834			
38	655	435	78	1872	1257			
39	513	342	79	579	396			
40	2314	1547	80	2896	1872			

CATATAN : Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

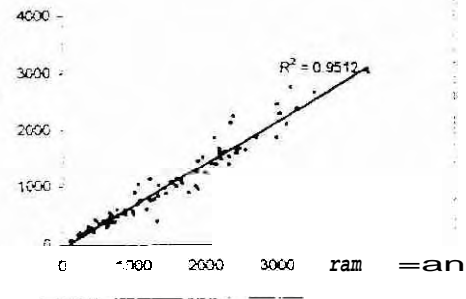
	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.975601112	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.975601112
R Square	0.95179753
Adjusted R Square	0.951355305
Standard Error	152.2368761
Observations	111

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	49881729.32	49881729.32	2152.294888	1.31837E-73
Residual	109	2526191.241	23176.06643		
Total	110	52407920.56			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-45.07695371	24.94151706	-1.807306011	0.07347287	-94.51020016	4.356292738	-94.51020016	4.356292738
X Variable 1	0.732676921	0.015792891	46.3928323	1.31837E-73	0.701375944	0.763977898	0.701375944	0.763977898



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT : Incremental Loading 20% (Waktu)

No.	Data survey	Data estimated	No.	Data survey	Data estimated	No.	Data survey	Data estimated
1	622	493	41	113	1310	81	1310	887
2	659	516	42	1845	1526	82	973	582
3	2412	1842	43	1564	1328	83	945	421
4	839	868	44	2130	1897	84	1048	741
5	2431	1932	45	88	75	85	734	742
6	3127	2871	46	256	214	86	987	685
7	463	356	47	2543	2019	87	678	579
8	353	288	48	107	87	88	1045	988
9	3278	2881	49	117	109	89	632	601
10	397	375	50	1653	1127	90	788	376
11	1758	1259	51	1879	1328	91	1675	1052
12	850	478	52	754	681	92	1879	1328
13	328	235	53	1850	1329	93	1074	649
14	212	172	54	877	612	94	1435	923
15	1879	1528	55	2378	1811	95	1874	1225
16	573	396	56	2108	1475	96	678	572
17	1219	1175	57	634	332	97	718	413
18	3034	2756	58	878	945	98	2176	1428
19	898	525	59	435	551	99	1952	1387
20	104	75	60	987	445	100	3184	2315
21	1865	1198	61	264	472	101	3524	2703
22	868	602	62	268	215	102	2182	1429
23	246	165	63	2076	1527	103	2309	1628
24	1335	981	64	888	697	104	2459	1723
25	4308	3524	65	128	108	105	2189	1521
26	400	313	66	1089	842	106	1188	872
27	318	308	67	1214	862	107	1273	999
28	412	426	68	322	305	108	1882	1527
29	211	215	69	870	312	109	3021	2136
30	457	387	70	2249	1527	110	2895	2275
31	365	337	71	2334	1806	111	2895	2275
32	97	115	72	1878	842			
33	611	375	73	1508	1187			
34	656	436	74	1582	1235			
35	1423	1329	75	1581	1357			
36	868	619	76	780	645			
37	611	458	77	1377	998			
38	858	873	78	1872	1243			
39	513	411	79	579	333			
40	2314	1867	80	2896	2561			

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

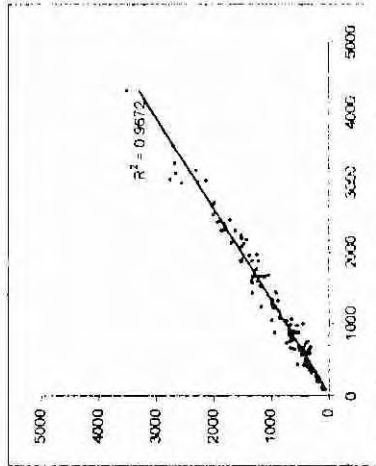
Column 1	Column 2
0.963103773	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.963103773
R Square	0.966493029
Adjusted R Square	0.966185626
Standard Error	132.6386183
Observations	111

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	55314444.01	55314444.01	3144.05446	3.23119E-92
Residual	109	1917874.924	17593.34792		
Total	110	57232118.94			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-11.586894021	21.73087671	-0.533201691	0.594979487	-54.65680567	31.48282525
X Variable 1	0.771544601	0.013759923	56.07196871	3.23119E-92	0.744272887	0.798816305



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT : Incremental Loading 20% (Biaya)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	622	424	41	113	96	81	1310	812
2	659	436	42	1845	1187	82	873	659
3	2412	1653	43	1564	1098	83	466	316
4	639	576	44	2130	1487	84	1048	726
5	2431	1874	45	85	77	85	734	512
6	8127	2130	46	236	190	86	887	700
7	483	284	47	2543	1823	87	878	645
8	363	201	48	107	86	88	1045	772
9	3276	2371	49	117	83	89	632	495
10	397	358	50	1653	1103	90	758	576
11	1758	1124	51	1879	1315	91	1875	1226
12	650	419	52	754	513	92	1879	1472
13	326	185	53	1850	1158	93	1074	739
14	212	127	54	877	598	94	1435	1102
15	1879	1128	55	2378	1824	95	1874	1529
16	573	387	56	2109	1629	96	876	521
17	1219	682	57	634	674	97	719	706
18	3004	2273	58	876	584	98	2176	1482
19	688	426	59	435	172	99	1952	1329
20	104	124	60	997	648	100	3184	2392
21	1885	1058	61	564	524	101	3524	2587
22	869	605	62	269	88	102	2182	1521
23	245	185	63	2076	1629	103	2309	1523
24	1335	1021	64	888	591	104	2459	1714
25	4308	2879	65	128	110	105	2199	1612
26	420	325	66	1089	695	106	1166	901
27	318	211	67	1214	837	107	1273	964
28	412	273	68	322	204	108	2703	1903
29	211	129	69	670	439	109	1892	1521
30	457	318	70	2249	1704	110	3021	2173
31	355	228	71	2334	1529	111	2995	2645
32	87	62	72	1079	995			
33	811	351	73	1508	895			
34	655	468	74	1582	858			
35	1423	974	75	1561	1253			
36	868	528	76	780	225			
37	611	425	77	1327	745			
38	655	451	78	1872	1629			
39	513	345	79	579	286			
40	2314	1702	80	2896	1987			

CATATAN: Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.987619733	1

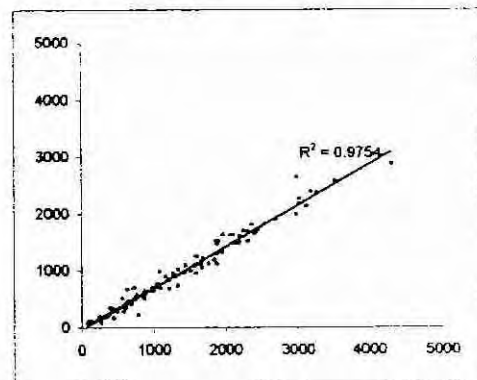
SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98778558
R Square	0.975706479
Adjusted R Square	0.975483602
Standard Error	105.7992094
Observations	111

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	49002706.18	49002706.18	4377.79297	7.88323E-90
Residual	109	1220088.526	11193.47272		
Total	110	50222794.7			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-23.9011126	17.33346647	-1.378899751	0.170748756	-58.25545913	10.45323393	-58.25545913	10.45323393
X Variable 1	0.726182557	0.010975497	66.16489228	7.88323E-90	0.704439492	0.747945622	0.704439492	0.747945622



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT: Equilibrium (Jarek)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	522	418	41	113	132	81	1310	956
2	658	434	42	1845	1275	82	873	824
3	2412	1687	43	1664	1056	83	455	434
4	839	549	44	2130	1725	84	1048	697
5	2461	1675	45	65	95	85	734	504
6	3127	2284	46	256	372	86	987	1045
7	483	534	47	2543	1754	87	876	612
8	363	210	48	107	85	88	1045	735
9	3279	2128	49	117	145	89	832	425
10	797	237	50	1653	1327	90	796	673
11	1798	1226	51	1878	1125	91	1875	1325
12	650	572	52	754	447	92	1878	1486
13	326	277	53	1650	1435	93	1074	435
14	212	199	54	577	523	94	1435	1459
15	1878	1475	55	2378	1429	95	1874	1372
16	573	372	56	2109	1625	96	876	695
17	1219	809	57	534	465	97	718	548
18	3034	2173	58	878	618	98	2178	1605
19	688	502	59	436	286	99	1852	1578
20	104	81	60	937	689	100	3184	2473
21	1665	1278	61	584	405	101	3524	2475
22	668	589	62	269	204	102	2192	1581
23	245	166	63	2078	1508	103	2309	1648
24	1335	667	64	888	665	104	2499	1755
25	4308	3445	65	178	114	105	2199	1743
26	420	347	66	1099	756	106	1186	925
27	318	335	67	1214	873	107	1273	914
28	412	311	68	322	234	108	2703	1887
29	211	175	69	870	481	109	1892	1423
30	457	390	70	2248	1602	110	3021	2345
31	355	224	71	2354	1736	111	2665	2175
32	97	142	72	1079	815			
33	611	421	73	1508	1085			
34	655	442	74	1583	1156			
35	1423	1136	75	1581	1068			
36	668	601	76	790	659			
37	611	417	77	1527	973			
38	655	439	78	1872	1562			
39	513	356	79	578	421			
40	2314	1587	80	2886	2085			

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

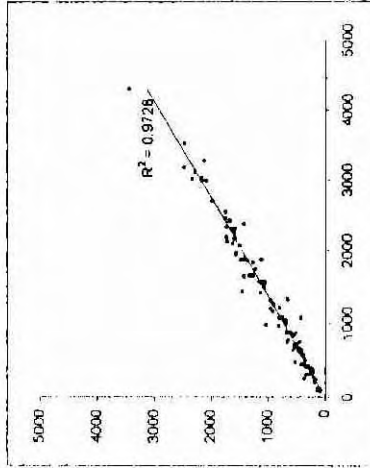
	Column 1	Column 2
Column 1	1	
Column 2	0.986398113	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.986398113
R Square	0.972961237
Adjusted R Square	0.972733359
Standard Error	111.8244432
Observations	111

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	49063892.23	49063892.23	3925.233578	2.59321E-87
Residual	109	1363012.964	12504.70609		
Total	110	50446905.19			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	13.135663175	18.32060227	0.716887987	0.4749151	-23.17516467	49.44646817
X Variable 1	0.726793874	0.011600548	62.65168456	2.59321E-87	0.703901979	0.749785769



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
 METODA TRIP ASSIGNMENT : Equilibrium (Waktu)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	622	423	41	113	85	81	1310	857
2	659	501	42	1845	1302	82	973	635
3	2412	1689	43	1584	1124	83	455	354
4	639	625	44	2130	1523	84	1049	784
5	2431	1426	45	88	53	85	734	543
6	3127	2321	46	256	235	88	887	708
7	483	326	47	2543	1528	87	978	659
8	353	224	48	107	98	88	1045	764
9	3273	2451	49	117	63	89	632	476
10	397	213	50	1653	1026	90	756	502
11	1758	995	51	1829	1128	81	1875	1185
12	650	426	52	754	848	82	1679	1378
13	328	287	53	1650	1052	93	1074	705
14	212	172	54	877	443	94	1433	1001
15	1878	1529	55	2378	1898	95	1874	1324
16	573	481	56	2109	1564	86	876	673
17	1219	628	57	634	474	97	2119	544
18	3034	1854	58	876	612	98	2179	1582
19	688	724	59	435	287	98	1952	1476
20	104	88	60	987	701	100	3184	2489
21	1655	1324	61	584	385	101	3524	2356
22	869	635	62	269	229	102	2142	1504
23	245	185	63	2078	1428	103	2538	1487
24	1336	1015	64	888	672	104	2459	1888
25	4308	3325	65	128	115	105	2199	1425
26	450	288	68	1089	735	106	1188	994
27	318	241	67	1214	841	107	1273	862
28	412	356	68	522	245	108	2703	1628
29	211	124	89	870	378	108	1892	1129
30	457	306	70	2749	1644	110	3021	2368
31	355	212	71	2334	1623	111	2885	2271
32	97	82	72	1179	728			
33	611	465	73	1508	988			
34	655	481	74	1582	1156			
35	1423	1132	75	1581	1087			
36	868	587	76	780	518			
37	811	489	77	1317	1025			
38	655	388	78	1872	1375			
39	513	252	79	579	455			
40	2314	1436	80	2896	2196			

CATATAN: Data dalam satuan Mobil Penumpang (emp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

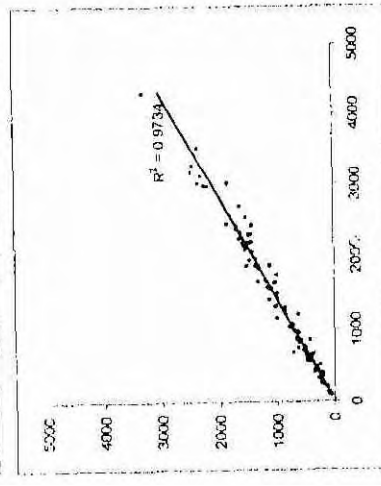
Column 1	Column 2
1	1
0.986459525	1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.986459525
R Square	0.973102395
Adjusted R Square	0.972855628
Standard Error	106.4953705
Observations	111

ANOVA	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	46418762.59	46418762.59	3943.406386	2.02972E-87
Residual	109	1283065.751	11771.24542		
Total	110	47701828.34			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-2.092705047	17.77518828	-0.11773181	0.906498837	-37.3225293	33.13711921
X Variable 1	0.708787208	0.011255194	62.7985396	2.02972E-87	0.684479784	0.729094623



DATA SURVEY DAN DATA ESTIMASI
METODA TRIP ASSIGNMENT : Equilibrium (Biaya)

No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi	No.	Data survey	Data estimasi
1	622	411	41	113	98	81	1310	1042
2	659	375	42	1845	1325	82	973	742
3	2412	1723	43	1504	995	83	455	333
4	839	479	44	2130	1482	84	1049	705
5	2431	1689	45	88	106	85	734	489
6	3127	2016	46	256	198	86	987	685
7	493	312	47	2543	1857	87	878	600
8	353	279	48	107	65	88	1045	742
9	3276	2045	49	117	88	89	632	468
10	397	226	50	1653	1251	90	768	561
11	1758	1285	51	1879	1384	91	1875	1395
12	650	473	52	754	425	92	1879	1126
13	328	265	53	1650	958	93	1074	698
14	212	132	54	877	426	94	1435	1458
15	1875	1324	55	2378	1256	95	1874	1529
16	573	445	56	2108	1542	96	876	426
17	1219	816	57	834	456	97	719	489
18	3034	2425	58	878	849	98	2178	1487
19	688	476	59	435	348	99	1952	1357
20	104	64	60	907	725	100	3184	2354
21	1865	1026	61	564	328	101	3524	2568
22	689	685	62	289	152	102	2182	1742
23	245	124	63	2076	1416	103	2309	1875
24	1335	925	64	888	698	104	2459	1742
25	4308	3251	65	128	142	105	2189	1602
26	420	253	66	1089	513	106	1186	825
27	318	425	67	1214	824	107	1273	887
28	412	324	68	322	202	108	2703	1824
29	211	184	69	870	426	109	1892	1406
30	457	371	70	2249	1587	110	3021	2156
31	355	215	71	2334	1652	111	2995	2153
32	97	102	72	1079	783			
33	611	476	73	1508	1121			
34	665	301	74	1582	1156			
35	1423	1230	75	1581	1214			
36	868	521	76	760	526			
37	611	329	77	1327	924			
38	655	524	78	1972	1318			
39	513	227	79	579	356			
40	2314	1526	80	2896	2256			

CATATAN Data dalam satuan Mobil Penumpang (smp/pcu)

HASIL HITUNGAN KORELASI DAN REGRESI LINEAR

	Column 1	Column 2
Column 1	1	
M u m 2	0.985365424	1

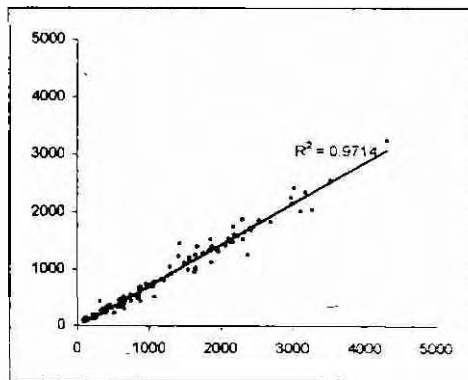
SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.985365424
R Square	0.970945019
Adjusted R Square	0.97067846
Standard Error	115.1299147
Observations	111

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	48281072.86	48281072.86	3642.508266	1.36157E-85
Residual	109	1444783.802	13254.89727		
Total	110	49725856.67			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-18.2177423	18.86214961	-0.965835956	0.336264305	-55.6018873	19.16640271	-55.6018873	19.16640271
X Variable 1	0.720825625	0.011943454	60.35319599	1.36157E-85	0.697154101	0.744497148	0.697154101	0.744497148



1100130