

LAPORAN

STUDI PENAKSIRAN CEPAT
PERGERAKAN LALU LINTAS DIPERKOTAAN

1992 - 1993

Oleh

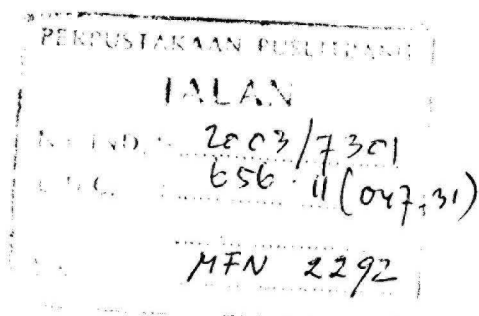
PANTJA DHARMA OETOJO

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PU
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN

MFN 229

MFN 1838

TLL: 096



LAPORAN

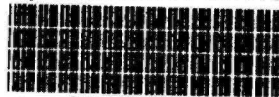
STUDI PENAKSIRAN CEPAT
PERGERAKAN LALU LINTAS DIPERKOTAAN

1992 - 1993

Oleh

PANTJA DHARMA OETOJO

Perpustakaan PusTrans



00000002288

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PU
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JALAN

KATA PENGANTAR

Laporan ini disusun sebagai laporan teknis penelitian Bidang Teknik Lalu Lintas tahun anggaran 1992 - 1993. Penulisan laporan ini dimaksudkan sebagai penyusunan metodologi dan prosedur analisis tahap kedua perencanaan transportasi yaitu distribusi perjalanan.

Adapun hal-hal yang dilakukan adalah meliputi parameter dan model distribusi perjalanan serta prosedur pengolahan data dan pengkalibrasiannya. Dengan adanya tulisan ini diharapkan dapat dilakukan suatu proses perhitungan distribusi perjalanan antar zona dalam suatu wilayah studi perencanaan transportasi.

Mengetahui

Penulis

Ka.Bid. Teknik Lalu Lintas



Ir. Gandhi Harahap, MEng.
Nip. 110008365



Ir. Pantja Dharma Oetojo
Nip. 110047155

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Bab I Pendahuluan	1.
1.1 Latar Belakang	1.
1.2 Maksud dan Tujuan	2.
1.3 Lingkup Kegiatan	3.
Bab II Studi Literatur	5.
2.1 Gambaran Umum QRS	5.
2.2 Activity-Travel Frame Works	6.
2.3 Model Matematis Distribusi Perjalanan pada QRS	8.
2.4 Metode "Electrostatic Field"	11.
2.5 metode Multiple Regresi	13.
Bab III Metodologi	16.
3.1 Pemilihan Lokasi	16.
3.2 Data Sekunder	17.
3.2.1 Data Kewilayahan	17.
3.2.2 Data Jaringan Jalan	18.
3.2.3 Data Jaringan/Route Angkutan Umum	18.
3.3 Data Utama	22.
3.3.1 Persiapan Survey	22.
3.3.2 Teknik Pelaksanaan Survey	23.
Bab IV Analisis	26.
4.1 Umum	26.
4.2 Prosedur Kalibrasi Faktor Hambatan Perjalanan	26.
Bab V Kesimpulan	30.

DAFTAR PUSTAKA

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era pembangunan dewasa ini, peningkatan kebutuhan pergerakan merupakan suatu fenomena yang menonjol, terutama di wilayah perkotaan. Hal ini terjadi seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan tingkat kegiatan yang sangat mempengaruhi pola dan kebutuhan pergerakan tersebut. Beberapa fenomena yang dapat kita lihat dalam kehidupan sehari-hari adalah adanya pertumbuhan lalu-lintas dan timbulnya masalah-masalah di jalan raya yang meliputi antara lain kemacetan lalu-lintas, kebutuhan angkutan umum dan fasilitas-fasilitas lalu-lintas lainnya. Untuk mengantisipasi kebutuhan pergerakan tersebut tentunya diperlukan suatu metoda penaksiran kebutuhan pergerakan untuk menunjang penyusunan rencana transportasi perkotaan yang baik.

Masalah-masalah yang selama ini dihadapi dalam melakukan penaksiran kebutuhan pergerakan adalah diperlukannya sumber daya yang besar untuk melakukannya. Yang dimaksud sumber daya yang besar adalah biaya yang mahal, waktu yang lama dan kebutuhan tenaga ahli yang berkualifikasi. Hal-hal tersebut merupakan kendala mengapa penaksiran kebutuhan pergerakan sangat sulit untuk di realisasikan. Tidak adanya rencana kebutuhan pergerakan ini merupakan salah satu sebab perencanaan transportasi di wilayah perkotaan tidak tertata dengan baik. Satu hal yang juga menjadi masalah adalah penaksiran kebutuhan pergerakan yang telah

dilakukan seringkali menjadi usang karena perubahan dan perkembangan aktivitas yang terjadi berjalan begitu cepat dan berakibat pada perubahan pola dan kebutuhan pergerakan.

Untuk menjawab permasalahan tersebut dalam studi ini dilakukan penelitian untuk mendapatkan suatu metoda penaksiran kebutuhan pergerakan yang bersifat responsif serta cepat, murah, dan mudah dalam penerapannya. Metoda ini disusun untuk mendapatkan kuantifikasi berdasarkan suatu formula yang di ekspresikan dalam bentuk model-model matematis. Dengan mengikutsertakan berbagai parameter penaksiran yang di pilih dan di kalibrasi dengan baik berdasarkan data-data yang tersedia diharapkan tersusun suatu model yang sederhana, aplikatif dan memberikan hasil yang baik. Suatu hal yang sangat diharapkan bahwa model yang dihasilkan harus mampu menjawab berbagai perubahan dan perkembangan yang terjadi menyangkut : pembangunan, perubahan tata guna lahan, pertambahan penduduk, tingkat sosial ekonomi dan sistem transportasi yang ada.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan Tujuan studi ini adalah untuk melakukan beberapa hal yang berkaitan dengan penyusunan suatu metoda penaksiran pergerakan di wilayah perkotaan. Hal-hal yang berkaitan dengan teknik-teknik penaksiran pergerakan di teliti dalam studi ini untuk mendapatkan metoda yang tepat. Untuk maksud tersebut dilakukan beberapa kegiatan sebagai berikut :

- Menyusun suatu model matematis berdasarkan beberapa parameter penaksiran pergerakan yang relevan untuk mengkuantifikasikan distribusi pergerakan antar zona secara matematis.

- Mengkalibrasi model tersebut berdasarkan karakteristik pergerakan di wilayah perkotaan untuk mendapatkan faktor kalibrasi parameter-parameter yang di pilih.
- Membuat suatu pedoman atau tehnik-tehnik pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan sebagai masukkan model yang telah disusun.

Dengan dilakukannya kegiatan-kegiatan tersebut di harapkan dapat di hasilkan suatu metoda penaksiran pergerakan yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Murah, cepat dan mudah penggunaannya.
- Dapat mengantisipasi adanya perubahan dan perkembangan aktivitas di wilayah perkotaan (bersifat responsiv).
- Menunjang kebutuhan perencanaan transportasi secara menyeluruh dalam hal perhitungan distribusi perjalanan.

1.3. Lingkup Kegiatan

Kegiatan yang dilakukan dalam studi ini merupakan tahapan kedua dari keseluruhan kegiatan penaksiran pergerakan di perkotaan yaitu tahap distribusi perjalanan. Secara umum telah di definisikan bahwa distribusi perjalanan merupakan proses pendistribusian perjalanan dari zona asal ke berbagai zona tujuan dalam wilayah studi. Penyusunan model matematis untuk distribusi perjalanan ini dilakukan dengan mengkalibrasi parameter hambatan perjalanan seperti jarak, waktu perjalanan, dan faktor route untuk di kalibrasi terhadap kondisi yang berlaku. Data sekunder yang diperlukan antara lain meliputi data jaringan jalan, kondisi geografis dan sarana angkutan umum yang tersedia. Sedangkan untuk data primer diperlukan suatu data mengenai karakteristik

perjalanan dan faktor hambatan yang diperoleh melalui wawancara rumah dan data matriks asal tujuan yang diharapkan dapat diperoleh dari hasil survey O - D nasional yang dilakukan oleh Ditjen Perhubungan Darat.

Sebagai wilayah studi di pilih Kotamadya Bandung dengan pertimbangan bahwa Kotamadya Bandung merupakan suatu wilayah yang mempunyai tingkat perubahan dan perkembangan yang cukup tinggi.

Hal ini dimaksudkan untuk suatu saat model yang telah disusun dapat di uji terhadap perubahanatau perkembangan yang terjadi dan kota Bandung merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Pertimbangan lain di dasarkan atas kemudahan dan faktor efisiensi dalam pengumpulan data, baik sekunder maupun primer sesuai dengan dana yang tersedia.

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dan hal-hal yang disajikan dalam laporan ini antara lain meliputi studi literatur serta penyusunan prosedur-prosedur pengumpulan data sekunder dan primer, pengolahan data, analisis data dan pelaporan.

BAB II

STUDI LITERATUR

Studi literatur yang dilakukan dalam lingkup studi ini antara lain meliputi model penaksiran kebutuhan pergerakan yang disebut QRS (Quick Response System) on Trip Estimation yang disusun di Amerika Serikat, dan beberapa metode survey dan prosedur pengkalibrasian juga dibahas pada bagian ini.

2.1 Gambaran Umum QRS

Model QRS tersusun atas beberapa sub model dan dapat di terapkan untuk beberapa ukuran kota dengan memanfaatkan fasilitas perhitungan yang tersedia, berdasarkan model matematis. Klasifikasi ukuran kota dilakukan berdasarkan jumlah penduduk, sebagai berikut :

- 50.000 - 100.000
- 100.000 - 250.000
- 250.000 - 750.000
- 750.000 - 2.000.000

Model responsif yang digunakan dalam model ini merupakan suatu model perencanaan sketsa dengan 4 (empat) tahapan standar. Masing-masing tahapan tersebut terangkum dalam submodel-submodel seperti pada uraian berikut :

- **Tahap 1** : Bangkitan perjalanan (trip generation).

Menggunakan 1 (satu) variabel produksi perjalanan, yaitu pendapatan keluarga atau kepemilikan kendaraan dan 3 (tiga) variabel tarikan perjalanan yaitu kesempatan kerja retail, kesempatan kerja non-retail

- Tahap 2 : dari kepala keluarga.
Distribusi perjalanan (trip distribution).
Suatu penerapan "Fully-Constrained Gravity Model" dengan menggunakan waktu perjalanan sebagai faktor distribusi perjalanan.
- Tahap 3 : Pemilihan moda/jenis angkutan (moda split)
Menggunakan "Standard Logger Model" dengan melakukan pembagian biaya transportasi umum dan kendaraan pribadi ke dalam beberapa komponen.
- Tahap 4 : Pemilihan Route (trip assignment)
Menggunakan "Simple All or Nothing Assignment" berdasarkan asumsi bahwa perjalanan memilih route yang terpendek.

Satu hal yang menjadikan ciri utama pada model ini bahwa model dalam penaksiran kebutuhan pergerakan, membagi perjalanan dalam beberapa maksud perjalanan. Model yang berdasarkan pada langkah tersebut dikatakan sebagai model yang berdasar pada "Activity-Travel Frame Works". Untuk lebih jelas mengenai hal ini akan diuraikan sebagai berikut :

2.2 Activity - Travel Frame Works

Yang dimaksud dengan pendasaran suatu model pada "Activity - Travel Frame Works" adalah sebagai berikut :

- Model di dasarkan pada perilaku individu dan rumah tangga.
- Menekankan pada kendala-kendala dan saling ketergantungan.
- Tempat-tempat asal dan tujuan pelaku perjalanan merupakan bagian aktivitas.

Berdasarkan atas perlakuan-perlakuan tersebut "Activity - Travel Frame Works" akan sangat berpengaruh pada tahapan bangkitan perjalanan dan distribusi perjalanan. Yang menjadi perbedaan dengan model-model lain dengan adanya pendasaran tersebut menjadikan model ini memiliki sifat yang responsif terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, seperti di uraikan pada ilustrasi berikut :

- Perilaku Individual

Yang dimaksudkan dengan perilaku individual disini adalah perilaku pelaku perjalanan yang erat hubungannya dengan maksud perjalanan yang dilakukan dalam kegiatan sehari-hari.

Secara umum maksud perjalanan tersebut dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok :

1. Home Base Work (HBW)

rumah	kantor
rumah	kegiatan dagang

2. Home Base Non Work (HBNW)

rumah	sekolah
rumah	belanja
rumah	rekreasi, dll.

3. Non Home Base (NHB)

kantor	belanja
pabrik	bank

- Rumah Tangga

Yang dimaksud rumah tangga di sini adalah kondisi dan struktur beberapa parameter yang digunakan dalam hal ini adalah :

- Pendapatan (Income)
- Pemilikan kendaraan
- Jumlah keluarga
- Property, dll.

Dengan adanya pengelompokkan-pengelompokkan tersebut, model akan memberikan respons-respons yang baik terhadap berbagai perubahan seperti misalnya :

- Bila pendapatan suatu rumah tangga mengalami kenaikan maka dapat dikatakan HBNW akan naik pula dengan asumsi kemampuan untuk melakukan perjalanan memenuhi kebutuhan akan bertambah.
- Bila terjadi kenaikan pada aktivitas suatu kehidupan maka perjalanan HBW dan NHB akan bertambah seiring dengan pemenuhan kebutuhan aktivitas tersebut.

Dalam hal tersebut terlihat bahwa model menekankan pada kendala-kendala (constrainst) dan saling ketergantungan di dalam hubungan dan prosesnya sehingga adanya suatu perubahan akan mendapatkan respons dari model secara tepat.

2.3. Model Matematis Distribusi Perjalanan Pada QRS

Model matematis yang digunakan pada submodel distribusi perjalanan pada QRS adalah "Gravity Model". Faktor utama proses pendistribusian disebut dengan faktor hambatan .perjalanan yang merupakan fungsi dari waktu perjalanan antara zona asal dan zona tujuan.

Gravity Model yang digunakan adalah di jelaskan sebagai berikut :

$$T_{ij} = \frac{P_i \cdot A_j \cdot F_{ij}}{\sum (A_j \cdot F_{ij})} \quad \text{Untuk masing-masing maksud perjalanan}$$

dimana : T_{ij} = perjalanan dari i ke j

P_i = produksi perjalanan zona i

A_i = tarikan perjalanan zona j (setelah dibalancing)

n = jumlah zona

F_{ij} = Faktor hambatan perjalanan

(fungsi dari waktu perjalanan)

Pengaruh dari faktor travel time terhadap distribusi perjalanan di kuantifikasikan dalam bentuk faktor hambatan perjalanan :

$$F_{ij} = \frac{1}{t_{ij}^b}$$

dimana : T_{ij} = waktu perrjalanan

b = eksponen yang didapat secara empiris
(menggambarkan rata-rata dari efek luas suatu ruang yang terpisah antar zona dan suatu perjalanan)

Prosedur iterasi untuk tarikan perjalanan setiap zona :

$$T_{ij} = R_i \cdot A_j \cdot F_{ij}$$

dimana : $R_i = \frac{P_i}{A_i \cdot F_{ij}}$

= "Production Index" (konstan untuk setiap analisa
bangkitan area i)

$A_j \cdot F_{ij}$ = "Attraction Factor untuk analisis area j

$A_j \cdot F_{ij}$ = "Accessibility Index" untuk analisis area i

Gravity Model i di formulasikan secara matematis dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- produksi perjalanan yang seimbang tetap di jaga, ini berarti bahwa bangkitan total untuk setiap area analisis yang di hitung sama dengan input bangkitan pada proses sebelumnya.
- Tetapi tarikan total untuk setiap area analisis yang di hasilkan tidak akan sama dengan input yang dimasukkan.
- Perlu suatu proses iterasi untuk menghitung perjalanan antar ruang.

$$A_j^q = A_j^{q-1} \frac{A_j}{C_j}$$

dimana :

A_j^q = faktor tarikan perkiraan untuk tarikan area analisis j
; pada iterasi ke q

A_j^{q-1} = A_j , untuk $q = 1$

C_j^{q-1} = tarikan total untuk area analisis j di hasilkan dari
penggunaan "Gravity Model" pada iterasi ke q

- A_j = tarikan total awal untuk analisis area j merupakan nilai yang di tentukan pada proses bangkitan perjalanan
- j = tarikan area analisis, j = 1, 2, 3, . . . n
- n = jumlah area analisis
- q = jumlah iterasi, q = 1, 2, 3, . . . m

2.4. Metode "Electrostatic Field"

R.T. Howe mengembangkan suatu model distribusi perjalanan dengan dasar Hukum Coulomb mengenai tenaga Electro static. Model tersebut disusun atas pertimbangan sebagai berikut :

Dengan mempertimbangkan manusia sebagai elektronik maka diberikan suatu distribusi awal negatif untuk pusat pemukiman dan positif untuk pusat kegiatan, dengan besaran yang setara dengan jumlah pekerja, kemungkinan pergerakan antara pemukiman dan pusat kegiatan dapat di perkirakan berdasar pada teori "Electrostatic field"

Tahap awal dari penyusunan model hanya disertakan pertimbangan pergerakan perjalanan kerja dan di lakukan asumsi sbb :

1. Wilayah studi merupakan suatu sistem yang tertutup, misalnya setiap pekerja tinggal dan bekerja di wilayah yang sama dan setiap pekerjaan dalam wilayah studi di isi oleh pekerja yang tinggal dalam wilayah tersebut.
2. Pola pergerakan perjalanan kerja adalah stabil, misalnya setiap pekerja bekerja setiap hari.

3. Struktur pekerjaan adalah seimbang di seluruh wilayah studi, misalnya : tidak ada pengkonsentrasian kesempatan kerja dengan jenis tertentu.
4. Semua tingkat pendapatan terdistribusi pada semua wilayah pemukiman dalam wilayah studi.
5. Pemisahan ruang antara zona pemukiman dan pusat kegiatan diukur sebagai jarak lurus.
6. Pergerakan timbul dalam sistem karena ketidakseimbangan asal antara pengisian positif (pekerjaan) dan pengisian negatif (pemukiman)

Berdasarkan historis awal, dan dengan asumsi yang sudah ditetapkan di atas. Harus menyusun dua persamaan untuk mendistribusikan pergerakan orang :

$$V_{PiQj} = \frac{\frac{Q_j}{R_{ij}} P_i}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_j}{R_{ij}}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$Q_j P_i = \frac{\frac{P_i}{R_{ij}} Q_j}{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{R_{ij}}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

dimana :

- V_{PiQj} = Kemungkinan pergerakan dari zona i ke zona j
 P_i = Jumlah pekerja yang tinggal di zona i
 Q_j = Jumlah pekerjaan yang tersedia di zona j

R_{ij} = Jarak lurus dari zona i ke zona j

$V_{Qj}P_i$ = Kemungkinan pergerakan dari zona i ke zona j

Persamaan 1 menunjukkan jumlah pekerja yang dibangkitkan dari setiap zona pemukiman. Persamaan 2 menunjukkan bahwa jumlah pekerja yang ditujukan ke setiap zona kegiatan.

Kedua persamaan akan memberikan jumlah pergerakan yang berbeda, untuk itu suatu proses balancing dengan menggunakan faktor koreksi mesti dilakukan.

Keseimbangan metode ini adalah hanya dapat di gunakan untuk sistem yang tertutup dan tidak dapat mensimulasikan pergerakan yang melalui cordon luar. Sebagai tambahan bahwa kemiripan model ini dengan model gravity terdahulu menunjukkan bahwa adanya permasalahan yang dalam hal tidak adanya alternatif yang dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut dengan mengemukakan suatu faktor (adjusting factor).

2.5. Metode Multiple Regresi

Metode multiple regresi adalah suatu pendekatan empiris untuk menentukan distribusi perjalanan berdasarkan pergerakan asal tujuan dan tata guna lahan atau data perencanaan dan variabel sosio-ekonomi sebagai pemrediksi yang terbaik. Metode ini di susun oleh Sam Osofsky di California.

Pertimbangan dari pendekatan multiple regresi di dasarkan pada asumsi bahwa distribusi perjalanan berbanding terbalik dengan jarak antar zona dan berbanding lurus dengan jumlah penduduk, pekerjaan, kepemilikan kendaraan dan tata guna lahan setiap zona.

Beberapa pendekatan yang dilakukan dalam penyusunan model adalah sbb :

1. Pemilihan bentuk persamaan yang mewakili, yang di tentukan berdasarkan pengalaman dan teori.
2. Perhitungan dari satu set koefisien sehubungan dengan zona tertentu untuk semua zona. Koefisien ini di turunkan dari data asal - tujuan dan data tata guna lahan. Proses tersebut di ulang untuk setiap zona sebagai zona tertentu, sampai suatu set koefisien di turunkan untuk setiap zona dan cordon station.
3. Estimasi perjalanan teoritis pada saat periode survey dengan menggunakan variabel independen yang sama dan koefisien yang tidak di temukan di atas.
4. Perbandingan dari pergerakan antara zona yang ada dan distribusi perjalanan teoritis untuk mencek bentuk persamaan awal.
5. Proyeksi Variabel independen untuk tahun perencanaan.
6. Perhitungan distribusi perjalanan yang akan datang pada saat tahun perencanaan dengan menggunakan variabel independen yang di proyeksikan dari no. 5 dan koefisien yang di hitung no. 2.

Secara matematis bentuk persamaan di tentukan untuk setiap zona, untuk memberikan pergerakan yang ada dengan metode lest square.

$$t_{ij} = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + + a_nX_n$$

Untuk memprakirakan pergerakan yang akan datang suatu persamaan yang sejenis di susun dengan bentuk :

$$T_{ij} = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + + A_nX_n$$

dimana :

T_{iJa} = Pergerakan saat ini dari zona i ke zona j

A_0 = Konstanta

$a_1 - a_n$ = Koefisien yang di tentukan dengan metode least squares

$x_1 - x_n$ = Nilai saat ini untuk variabel independen, misalnya jumlah penduduk, kepemilikan kendaraan.

Dan T_{ij} = Perkiraan perjalanan i - j untuk tahun perencanaan

$x_1 - x_n$ = Nilai perkiraan untuk tahun perencanaan untuk variabel independen yang sama, misalnya jumlah penduduk, kepemilikan kendaraan.

Bentuk akhir persamaan yang di susun oleh Osofsky adalah :

$$T_{i . j} = a_1 \frac{p^2}{D^{1.5}} + a_2 \frac{E}{D^{1.5}} + a_3 \frac{V}{D^{1.5}} + a_4 \frac{L}{D^{1.5}} + a_0$$

dimana : P = Jumlah penduduk di setiap zona tujuan

E = Jumlah pekerja di setiap zona tujuan

V = Kepemilikan kendaraan di setiap zona tujuan

L = Indeks tata guna lahan untuk setiap zona tujuan

D = Jarak

Sebagai metode perkiraan untuk distribusi perjalanan yang akan datang multiple regresi mempunyai beberapa keuntungan. Tidak seperti pada model gravity, pada metode tersebut dapat disertakan suatu variabel dalam persamaan untuk memberikan suatu pengaruh terhadap distribusi perjalanan. Adalah mudah untuk dipahami dan diaplikasikan untuk suatu area dan untuk suatu maksud perjalanan. Satu kelemahan dari metode ini adalah hubungan antara volume perjalanan dan variabel independen (misalnya :

koefisien $a_0, a_1, \dots, a_n$) adalah tetap dari saat sekarang sampai dengan tahun perencanaan.

METODOLOGI

3.1 Pemilihan Lokasi

Seperti sudah di jelaskan pada lingkup studi (Bab I), bahwa studi ini meliputi penelitian untuk penyusunan model distribusi perjalanan dengan wilayah studi Kotamadya Bandung.

Dengan memperhatikan bahwa data utama yang di perlukan dalam penelitian ini adalah waktu perjalanan antar zona maka di perlukan suatu kriteria untuk penentuan koridor-koridor jalan yang akan di teliti. Kriteria tersebut antara lain meliputi hal-hal sebagai berikut.

- a). Lintasan antar zona tersusun atas koridor-koridor jalan utama (arteri dan lokal) yang terpendek lintasannya, dengan memperhatikan pola pengaturan lalu-lintas yang berlaku.
- b). Koridor-koridor jalan tersebut juga dilalui oleh route angkutan umum sebagai salah satu moda angkutan yang digunakan dalam pergerakan antar zona.
- c). Dipilihi 3 lintasan alternatif yang terpendek secara visual diteliti waktu perjalanan yang diperlukan untuk mewakili kondisi yang ada.
- d). Koridor pada bagian ujung lintasan antar zona di pilih sebagai koridor yang melalui pusat kedua zona tersebut.

- e). Untuk pengamatan waktu perjalanan antar zona dengan angkutan umum di usahakan dipilih 3 komposisi route alternatif dengan lintasan terpendek dan pergantian route sesedikit mungkin.

3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan untuk mengestimasi produksi perjalanan adalah sebagai berikut :

- a). Data Kewilayahan, meliputi : batas wilayah studi dan pembagian zona.
- b). Data Prasarana, meliputi : data jaringan jalan dan kelas jalan.
- c). Data hasil survey "O - D" Nasional.

Data tersebut di peroleh melalui instansi yang berwenang menangani seperti misalnya : Biro Statistik Kotamadya Bandung.

3.2.1 Data Kewilayahan

Wilayah studi yang diteliti dalam studi ini adalah wilayah studi dibawah pemerintahan Kotamadya Bandung. Pembagian zona yang dilakukan di dasarkan atas wilayah administrasi kecamatan. Ada 25 kecamatan di Kotamadya Bandung, ini berarti wilayah studi terdiri dari 25 zona. Zona ini selanjutnya dijadikan sebagai basis asal dan tujuan perjalanan di wilayah studi.

Pemilihan Kecamatan sebagai dasar penentuan zona di lakukan dengan alasan bahwa hampir semua basis data yang tersedia disajikan atas dasar wilayah Kecamatan.

Dengan pembagian zona ini diharapkan estimasi produksi perjalanan didukung sepenuhnya oleh data yang tersedia. Pada Tabel 3.1 tertera daftar nama-nama kecamatan dan kelurahan yang dibawahinya. Pembagian wilayah tersebut di tunjukkan oleh batas-batas wilayah yang di sajikan pada Gambar 3.1

3.2.2 Data Jaringan Jalan dan Kelas Jalan

Data jaringan jalan diperlukan untuk menentukan rute-rute yang mungkin dilalui oleh pergerakan orang dari satu zona ke zona yang lain. Dengan adanya data jaringan jalan ini maka suatu lintasan optimum antar zona dapat dipilih atau dapat dilakukan penentuan terhadap lokasi survey waktu perjalanan antar zona.

Selain data jaringan jalan antar zona, dapat ditentukan juga titik simpul antara jaringan jalan keluar masuk kota di batas cordon wilayah studi.

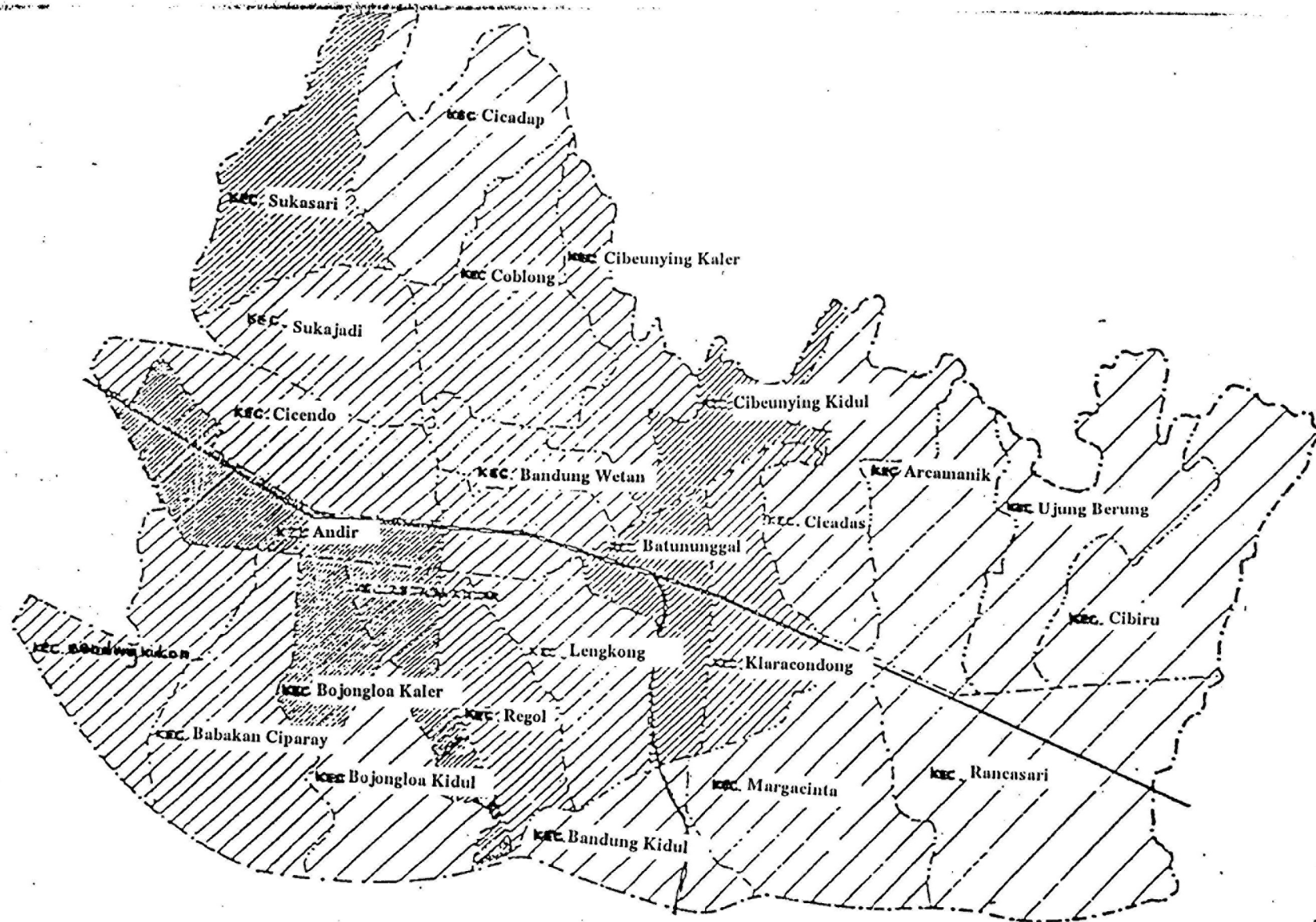
3.2.3 Data Jaringan/Route Angkutan Umum

Sebagai salah satu angkutan yang digunakan untuk pergerakan antar zona, maka rute-rute perjalanan yang dilalui angkutan umum perlu di teliti. Dengan meneliti waktu perjalanan suatu bagian rute atau keseluruhan rute angkutan umum, maka dapat di tentukan waktu perjalanan antar zona dalam wilayah studi. Data mengenai route angkutan umum ini disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 : Pembagian Wilayah Kecamatan di Kota Bandung.

Kecamatan / kelurahan	Kecamatan / kelurahan	Kecamatan / kelurahan	Kecamatan / kelurahan
1. Sukasari 1. Isola 2. Sukarasa 3. Gegerkalong 4. Sarijadi	8. Sumur Bandung 1. Merdeka 2. Kebon Pisang 3. Braga 4. Ciamis	14. Regol 1. Balonggede 2. Pungkur 3. Ancol 4. Cigereleng 5. Ciseureuh 6. Pasirluyu 7. Ciateul	20. Arcamanik 1. Sukamiskin 2. Sindanglaya 3. Binaharapan 4. Cisaranten Kulon
2. Suka Jadi 1. Pastur 2. Cipedes 3. Sukawarna 4. Sukagali 5. Sukabungah	9. Cibeunying Kaler 1. Neglasari 2. Cigadung 3. Cihaeurgeulis 4. Sukaluyu	15. Astanaanyar 1. Karanganyar 2. Cibadak 3. Nyengseret 4. Panjunan 5. Karasak 6. Pelindung Hewan	21. Ujung Berung 1. Pasir Endah 2. Cigending 3. Pasirwangi 4. Pasirjati 5. Pasanggrahan 6. Ujungberung 7. Cisaranten Wetan
3. Cicendo 1. Pasir Kaliki 2. Pajajaran 3. Arjuna 4. Husen Sastranegara 5. Pamoyanan 6. Sukaraja	10. Cibeunying Kidul 1. Cikutra 2. Cicadas 3. Sukamaju 4. Padasuka 5. Sukapura 6. Pasirlayung	16. Bojongloa Kaler 1. Jamika 2. Babakan Terogong 3. Babakan Asih 4. Kopo 5. Sukaasih	22. Cibiru 1. Cisarupan 2. Palasari 3. Cipadung 4. Pasarbiru
4. Andir 1. Kebon Jeruk 2. Croyom 3. Dugbuscariang 4. Garuda 5. Maleber 6. Campaka	11. Klaracondong 1. Cicaheum 2. Babakan S'baya 3. Babakan sari 4. Kebon Jayanti 5. Kebon Kangkung 6. Sukapura	17. Bojongloa Kidul 1. Situsaur 2. Kebon Lega 3. Cibaduyut 4. Cibaduyut Wetan 5. Cibaduyut Kidul 6. Mekarwangi	23. Rancasari 1. Derwati 2. Cipamokolan 3. Cisaranten Kidul 4. Mekarmulya
5. Cicadap 1. Ledeng 2. Ciembuleuit 3. Hegarmanah	12. Batununggal 1. Kacaping 2. Kebonwaru 3. Maleer 4. Gumuruh 5. Cibangkong 6. Kebon Gendang 7. Binong 8. Samoja	18. Babakan Ciparay 1. Sukahaji 2. Babakan 3. Babakan Ciparay 4. Margahayu Utara 5. Margasuka 6. Cirangrang	24. Margacinta 1. Sekejati 2. Margasari 3. Margasenang
6. Coblong 1. Dago 2. Sekeloa 3. Sadang Serang 4. Lebak Gede 5. Lebak Siliwangi 6. Cipaganti	13. Lengkong 1. Cikawao 2. Burang Rang 3. Paledang 4. Ling Selatan 5. Malabar 6. Turangga 7. Cijagra	19. Cicadas 1. Mandala Jati 2. Pamulang 3. Antapani	25. Bandung Kidul 1. Batununggal 2. Mengger 3. Wates 4. Kujangsari
7. Bandung Wetan 1. Tamansari 2. Cihapit 3. Citarum			

Sumber : Data Bagian Pemerintahan Kota DT II Bandung



Dengan memperhatikan jaringan utama angkutan umum yang ada selanjutnya dapat di lakukan penentrasi lokasi survey waktu perjalanan antar zona. Waktu perjalanan ini merupakan bagian dari data antar zona secara keseluruhan.

3.3 Data Utama

Pengumpulan data utama yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan data waktu perjalanan antar zona. Data tersebut dimaksudkan sebagai data untuk mengkalibrasi model distribusi perjalanan dalam bentuk suatu koefisien yang disebut faktor hambatan perjalanan. Adapun rangkaian kegiatan survey ini meliputi antara lain persiapan survey dan teknik pelaksanaan di lapangan.

3.3.1 Persiapan Survey

Secara garis besar kegiatan persiapan survey dapat diperinci sebagai berikut :

- a. Penentuan pusat-pusat zona di wilayah studi, sehubungan dengan lokasi jaringan jalan penghubung yang terdekat. Hal ini termasuk rangkaian dengan angkutan umum.
- b. Penentuan alternatif route perjalanan antar zona, dengan memperhatikan hirarki jalan dan peraturan operasional lalu lintas jalan.
- c. Penentuan ukuran sample untuk mendapatkan data waktu perjalanan, baik untuk kendaraan pribadi maupun angkutan umum.
- d. Penyusunan formulir survey untuk pendataan waktu perjalanan antar zona, meliputi antara lain zona asal, zona tujuan, route perjalanan, jam keberangkatan, kendaraan survey, waktu perjalanan dll.

- e. Kursus pelatihan tenaga surveyor mengenai kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama survey.
- f. Penyusunan rencana kerja pelaksanaan survey, untuk mendapatkan optimasi sumberdaya yang dibutuhkan.
- g. Penyusunan alokasi sumberdaya sesuai dengan rencana kerja yang telah disusun.

3.3.2 Teknik pelaksanaan Survey

Teknik pelaksanaan survey waktu perjalanan ini dilakukan dengan metode "Floating Car" dan "Public Transport On Board (PTOB)". Metode "Floating Car" untuk mendapatkan waktu perjalanan kendaraan pribadi sedangkan metode "PTOB" untuk data waktu perjalanan dengan kendaraan angkutan umum.

Teknik pelaksanaan masing-masing metode tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Metode "Floating Car"

Peralatan dan tenaga yang diperlukan :

- kendaraan survey (dengan tachometer)
- formulir survey
- stopwatch
- pensil
- peta dengan route perjalanan
- 1 orang pengemudi
- 1 orang surveyor.

Teknik pelaksanaan survey :

- Sebelum kendaraan berangkat dari pusat zona asal, surveyor mempersiapkan formulir survey dan route yang akan ditempuh.
- Surveyor menghidupkan stopwatch ketika kendaraan survey mulai berangkat.
- Selama diperjalanan dengan route yang sudah ditentukan, kendaraan selalu diusahakan untuk bergerak dengan kecepatan yang hampir sama dengan rata-rata kecepatan kendaraan di sekelilingnya.
- Surveyor menghentikan stopwatch ketika kendaraan survey sampai dipusat zona tujuan dan mencatat waktu perjalanan kedalam formulir.
- Pengambilan data ini diambil sebanyak 5 kali untuk setiap alternatif perjalanan asal tujuan.
- Ulangi langkah diatas untuk alternatif perjalanan asal tujuan yang lain.
- Lakukan langkah-langkah diatas untuk semua perjalanan asal tujuan di dalam wilayah studi.

b. Metode "PTOB"

Peralatan dan tenaga yang diperlukan :

- kendaraan angkutan umum.
- Formulir survey.
- Stopwatch.
- Pensil.
- Peta dengan route perjalanan.
- 1 surveyor.

Teknik Pelaksanaan Survey.

- Sebelum melakukan perjalanan dengan angkutan umum dari zona asal, surveyor mempersiapkan formulir survey dan route angkutan umum yang akan digunakan ke zona tujuan.
- Surveyor menghidupkan stopwatch ketika angkutan umum mulai berangkat.
- Selama di perjalanan dengan route yang sudah ditentukan, apabila terjadi perpindahan angkutan umum, stopwatch tetap dalam keadaan hidup.
- Surveyor menghentikan stopwatch ketika sampai di pusat zona tujuan dan mencatat waktu perjalanan ke dalam formulir.
- Pengambilan data ini diambil sebanyak 5 kali untuk setiap alternatif perjalanan asal tujuan.
- Ulangi langkah-langkah diatas untuk semua perjalanan asal tujuan yang lain.
- Lakukan langkah-langkah diatas untuk semua perjalanan asal tujan di dalam wilayah studi.

A N A L I S I S

4.1 U m u m

Untuk menyusun suatu model distribusi perjalanan, diperlukan suatu proses pengkalibrasian terhadap model yang sudah dipilih. Sejak "Gravity Model" dipilih sebagai model distribusi perjalanan dalam penelitian ini, maka satu faktor yang perlu dikalibrasi adalah faktor hambatan perjalanan. Faktor ini merupakan faktor pendistribusian perjalanan sebagai fungsi yang berbanding terbalik terhadap waktu perjalanan.

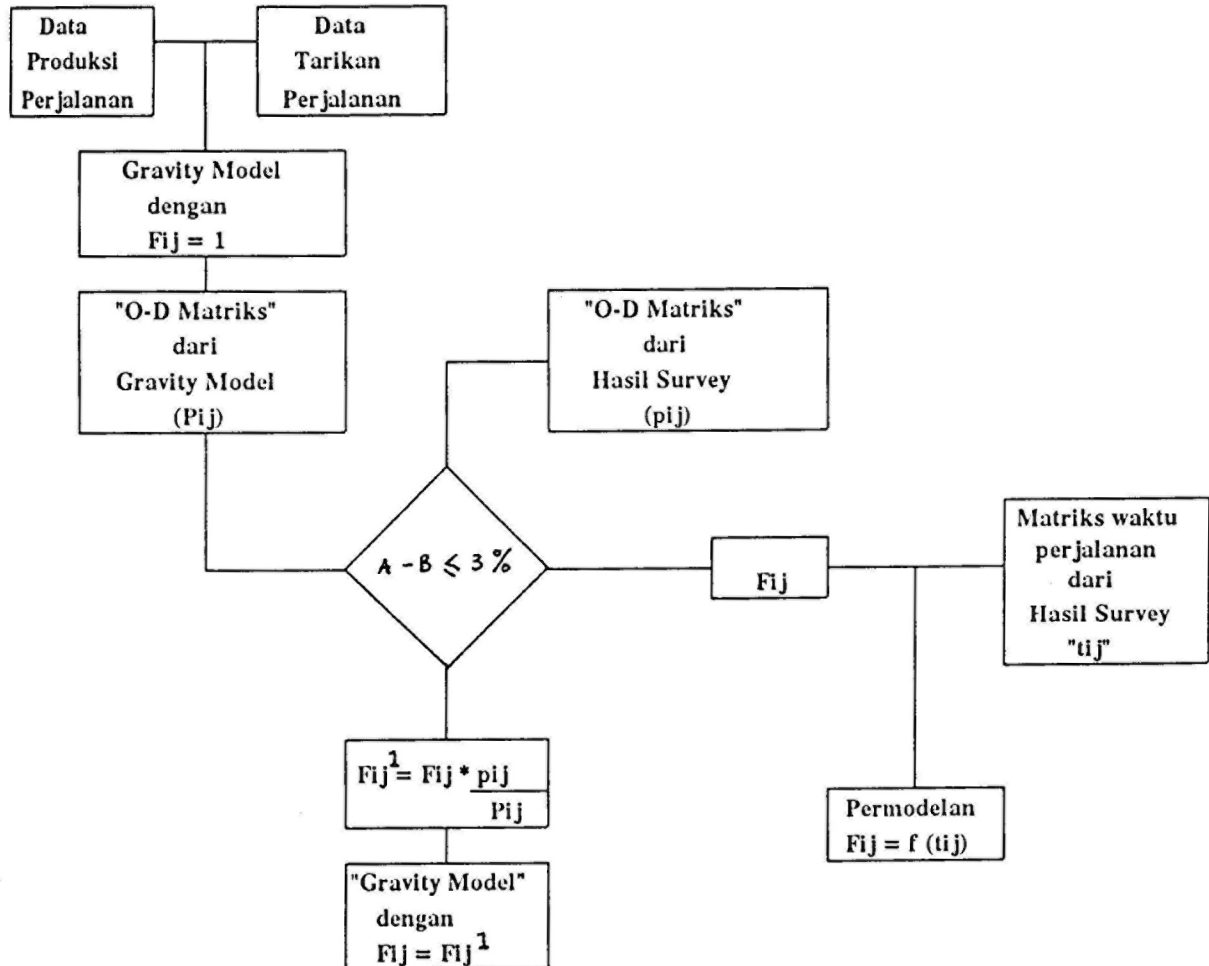
Untuk mengkalibrasi faktor tersebut diperlukan suatu matriks waktu perjalanan dan jumlah perjalanan asal tujuan dalam wilayah studi. Berdasarkan proses kalibrasi tersebut diharapkan dapat disusun suatu faktor hambatan perjalanan sebagai fungsi dari waktu perjalanan untuk masing-masing maksud perjalanan.

4.2 Prosedur Kalibrasi Faktor Hambatan Perjalanan

Secara umum dapat dikatakan bahwa prosedur kalibrasi faktor hambatan perjalanan dilakukan dengan metode empiris yang diturunkan langsung dari proses "Trial and Error". Cara yang biasa digunakan untuk melakukan proses ini adalah di mulai dengan mengambil satu set nilai faktor hambatan untuk suatu kota yang sejenis. Karena hal ini belum pernah ada, maka

dilakukan alternatif lain dengan mengambil asumsi bahwa waktu perjalanan tidak berpengaruh terhadap proses distribusi perjalanan, dengan mengambil nilai faktor hambatan perjalanan sama dengan 1.

Untuk melakukan proses pengkalibrasian faktor hambatan perjalanan maka dilakukan langkah-langkah sesuai dengan kerangka kerja sebagai berikut :



- a. Persiapkan data "O-D Matriks" yang diperoleh berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan atau "O-D Matriks" dari hasil survey "O-D Nasional" yang dilakukan oleh Ditjen Perhubungan Darat.

- b. Persiapkan data produksi perjalanan dan tarikan perjalanan untuk seluruh zona dalam wilayah studi, sebagai data untuk perhitungan distribusi perjalanan dengan menggunakan "Gravity-Model".
- c. Hitung distribusi perjalanan dalam wilayah studi, untuk menyusun "O-D Matriks" dengan menggunakan "Gravity Model" dengan faktor hambatan perjalanan sama dengan 1 ($F_{ij} = 1$).
- d. Bandingkan "O-D Matriks" dari "Gravity Model (p_{ij})" dengan "O-D Matriks" dari "Hasil Survey (P_{ij})". Apabila selisih dari nilai absolut kedua hasil tersebut $> 3\%$, maka dihitung nilai faktor hambatan perjalanan yang baru (F_{ij}') sebagai berikut :

$$F_{ij}' = F_{ij} * \frac{P_{ij}}{p_{ij}}$$

- e. Hitung distribusi perjalanan yang baru, dengan menggunakan "Gravity Model" dengan nilai faktor hambatan perjalanan yang baru (F_{ij}').
- f. Ulangi langkah c, d dan e, apabila selisih nilai absolut kedua hasil tersebut $> 3\%$ ($A - B > 3\%$).
- g. Apabila selisih nilai absolut kedua hasil tersebut $\leq 3\%$ ($A - B \leq 3\%$) maka proses iterasi berarti sudah selesai dan proses kalibrasi faktor hambatan (F_{ij}) selesai dilakukan.

- h. Persiapkan data matrik waktu perjalanan dari hasil survey (t_{ij}) yang telah dilakukan.
- i. Dengan cara empiris dilakukan pemodelan faktor hambatan perjalanan (F_{ij}) sebagai fungsi dari waktu perjalanan (t_{ij}). Untuk proses ini dipilih beberapa alternatif model matematis untuk mendapatkan model yang terbaik.

K E S I M P U L A N

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Parameter waktu perjalanan memberikan hasil yang baik sebagai faktor yang digunakan dalam model distribusi perjalanan.
- b. Adanya perbedaan waktu pelaksanaan antara Survey Wawancara rumah dan "O-D Nasional", memerlukan adanya justifikasi dalam bentuk suatu faktor pertumbuhan untuk mendapatkan jumlah perjalanan pada saat yang sama.
- c. Penggunaan model gravitasi sebagai model untuk distribusi perjalanan menunjukkan hasil yang cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Horowitz Alan J., Quick Response System II, Reference Manual, 1989, Washington.
2. Bruton M.J., Introduction To Transportation Planning, Hutchinson & Co Publisher Ltd, 1975, London.
3. Quick Response Urban Travel Estimation Techniques and Transfereble Parameters, User's Guide, Transportation Research Board - National Research Council, 1978, Washington D. C.
4. RUDS - BMA, Population Data and Sosio Economic Analysis, 1989, Bandung.
5. Pemerintah Kotamadya Dati II Bandung, Rencana Umum Tata Ruang Kota Kotamadaya Dati II Bandung, Kompilasi Data, 1990, Bandung.
6. Bappeda Kotamadya Dati II Bandung, Statistik Kotamadya Bandung, 1990, Bandung.