

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Karakteristik Pola Pergerakan

Menurut Tamin (1997) sistem transportasi perkotaan terdiri dari berbagai aktifitas seperti bekerja, sekolah olahraga, belanja, dan bertamu. Untuk memenuhi kebutuhannya, manusia melakukan perjalanan diantara tata guna lahan dengan menggunakan sistem jaringan transportasi. Hal ini menimbulkan pergerakan arus manusia, kendaraan dan barang. Pergerakan arus manusia, kendaraan dan barang mengakibatkan berbagai macam interaksi. Terdapat interaksi antara pekerja dengan tempat mereka bekerja, antara ibu rumah tangga dengan pasar, antara pelajar dengan sekolah dan lain sebagainya. Hampir semua interaksi memerlukan perjalanan, dan oleh sebab itu menghasilkan pergerakan arus lalu lintas.

Sasaran umum perencanaan transportasi adalah membuat interaksi tersebut menjadi semudah dan seefisien mungkin. Menurut Tamin (1997) cara perencanaan transportasi untuk mencapai sasaran umum itu antara lain dengan menetapkan kebijakan sebagai berikut:

- a. Sistem kegiatan rencana tata guna lahan yang baik (lokasi toko, sekolah, perumahan, pekerjaan, dan lain-lain yang benar) dapat mengurangi kebutuhan akan perjalanan yang panjang sehingga membuat interaksi menjadi lebih mudah. Perencanaan tata guna lahan biasanya memerlukan waktu cukup lama dan tergantung pada badan pengelola yang berwenang untuk melaksanakan rencana tata guna lahan tersebut.
- b. Sistem jaringan hal yang dapat dilakukan misalnya meningkatkan kapasitas pelayanan prasarana yang ada: melebarkan jalan, menambah jaringan jalan baru, dan lain-lain.
- c. Sistem pergerakan hal yang dapat dilakukan antara lain mengatur teknik dan manajemen lalu lintas (jangka pendek), fasilitas angkutan umum yang lebih baik (jangka pendek dan menengah), atau pembangunan jalan (jangka panjang).

3.2 Perencanaan Transportasi

Morlok (1988) mendefinisikan transportasi berarti memindahkan atau mengangkut sesuatu dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi bisa juga diartikan sebagai usaha pemindahan atau pergerakan sesuatu dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya dengan menggunakan suatu alat tertentu. Dengan demikian maka transportasi memiliki dimensi seperti lokasi (asal dan tujuan), alat (teknologi) dan keperluan tertentu. Jadi dalam suatu transportasi selalu berhubungan dengan ketiga dimensi tersebut. Secara umum dapat disimpulkan, bahwa transportasi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan sesuatu (orang dan / atau barang) dari suatu tempat ke tempat lain, baik dengan atau tanpa sarana (kendaraan, pipa, dan lain – lain). Menurut Alvinsyah & Soehodho (1997) terdapat tiga karakteristik dasar untuk hampir semua permasalahan sistem transportasi, yaitu:

- a. wilayah yang dikaji meliputi perjalanan orang dan barang;
- b. keberadaan berbagai teknologi transportasi dan cara yang berbeda dalam operasional, aturan dan harga, menimbulkan berbagai cara dalam rangka merubah sistem transportasi pada suatu wilayah tertentu;
- c. tujuan yang hendak dicapai oleh peningkatan sistem transportasi.

Agar kegiatan transportasi dapat terselenggara dengan baik, aman, tertib dan lancar sesuai dengan keinginan, maka perlu adanya rencana operasi atau prosedur pengaturan yang mengikat. Salah satu bagian terpenting dari proses perencanaan transportasi perkotaan adalah melakukan analisis permintaan akan transportasi yang merupakan estimasi terhadap permintaan pelaku perjalanan akan prasarana atau sarana dan pelayanan transportasi. Permodelan transportasi perkotaan mencakup prakiraan jumlah perjalanan yang terjadi didalam wilayah perkotaan berdasarkan jenis perjalanan, waktu perjalanan, pasangan asal – tujuan perjalanan, moda kendararaan yang digunakan dan rute perjalanan yang dipilih dari jaringan transportasi yang ada. Produk akhir dari permodelan ini adalah serangkaian prediksi arus kendaraan pada ruas – ruas jalan/transit di dalam jaringan transportasi. Masukan utama untuk model ini adalah aktifitas sistem dan karakteristik sistem transportasi. Model ini

dikenal dengan model perencanaan transportasi empat tahap (Alvinsyah, 1997), yang terdiri dari: bangkitan perjalanan, distribusi perjalanan, pemilihan moda dan pembebanan perjalanan.

1. Bangkitan perjalanan

prediksi jumlah perjalanan yang dihasilkan dan ditarik dari tiap zona yaitu jumlah perjalanan yang dibangkitkan dalam wilayah perkotaan. Dengan kata lain model ini hanya memprediksi jumlah perjalanan total yang masuk dan keluar ke zona tanpa mengetahui arah perjalanannya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi Bangkitan Perjalanan menurut Ofyar Z. Tamin antara lain:

- a. Pendapatan;
- b. Kepemilikan Kendaraan;
- c. Struktur Rumah Tangga;
- d. Ukuran ruman tangga;
- e. Nilai Lahan;
- f. Kepadatan Daerah Pemukiman;
- g. Aksesibilitas.

Definisi Dasar mengenai bangkitan pergerakan (Ofyar Z.Tamin):

- a. Perjalanan adalah pergerakan satu arah dari zona asal ke zona tujuan, termasuk pergerakan dengan jalan kaki.
- b. Pergerakan berbasis rumah (*home base strip*) adalah pergerakan yang salah satu atau kedua zona (asal dan/atau tujuan) pergerakan tersebut adalah rumah.
- c. Pergerakan berbasis bukan (*Non-home base strip*) rumah adalah pergerakan yang asal maupun tujuan pergerakan adalah bukan rumah.
- d. Bangkitan pergerakan digunakan untuk suatu pergerakan berbasis rumah yang mempunyai tempat dan/atau tujuan bukan rumah atau pergerakan yang dibangkitkan oleh pergerakan berbasis bukan rumah.

metode yang digunakan untuk menganalisis bangkitan perjalanan adalah Model Analisis-Korelasi berbasis zona sebagai berikut:

a. Penentuan variabel

Variabel tersebut dibedakan menjadi 2, yaitu variable bebas dan variable tidak bebas. Adapun variable yang dipilih antara lain:

- 1) Jumlah perjalanan

- 2) Jumlah Penduduk
- 3) Jumlah kepemilikan kendaraan
- 4) Jumlah pendapatan

Variabel-variabel tersebut kemudian diuji secara statistik dengan menggunakan analisis regresi untuk mengetahui hubungan korelasi dari masing-masing variabel. Kemudian akan didapat angka koefisien korelasi (r) dengan menggunakan rumus:

$$r = \frac{\sum(xy) - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad \text{Rumus III. 1}$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi

n = jumlah data

y = variabel terikat

x = variabel bebas

Perhitungan terhadap koefisien korelasi yang telah selesai, selanjutnya dicari hubungan atau korelasi variabel bebas dengan variabel tidak bebas maupun hubungan variabel bebas dengan variabel bebas lainnya, yaitu:

Y dengan X1; X1 dengan X2

Y dengan X2; X1 dengan X3

Y dengan X3; X2 dengan X3

Keterangan:

Y = jumlah perjalanan (orang/hari)

X1 = jumlah Penduduk (orang)

X2 = jumlah kepemilikan kendaraan (unit)

X3 = jumlah pendapatan (Rp)

Selanjutnya perhitungan regresi akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS. Variabel-variabel yang tidak memiliki korelasi yang tidak kuat dengan variabel kuat lainnya, serta yang mempunyai korelasi kuat dengan variabel tidak bebas akan masuk ke dalam persamaan regresi.

b. Membuat persamaan regresi linear

Variabel yang ditentukan untuk digunakan dalam persamaan regresi kemudian digunakan untuk memprediksi generasi perjalanan untuk tahun yang direncanakan kemudian, ketika persamaan regresi

dibuat. Model regresi linier adalah model statistik yang menunjukkan/menjelaskan bagaimana variabel terikat (perjalanan) dipengaruhi oleh variabel bebas.

Regresi sederhana dengan suatu variabel dirumuskan:

$$Y = a + bx$$

Regresi dengan variable lebih dari satu dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Rumus untuk a adalah

$$a = \frac{\sum y - b \sum xy}{n}$$

Rumus untuk b adalah

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Keterangan:

n = jumlah data

Y = variable terikat

X = variable bebas yang dipilih

Variabel-variabel yang telah ditentukan dan dapat digunakan dalam persamaan regresi, selanjutnya dapat dibuat persamaan regresi.

c. Mengkaji nilai koefisiensi determinasi serta nilai konstanta dan koefisien regresi untuk menentukan model terbaik dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Semakin banyak peubah bebas yang digunakan, semakin baik model tersebut;
- 2) Nilai konstanta regresi kecil (semakin mendekati nol, semakin baik);
- 3) Nilai koefisien determinasi (R^2) besar (semakin mendekati satu, semakin baik).

d. Peramalan Bangkitan dan Tarikan

Peramalan yang dilakukan untuk bangkitan dan tarikan tiap zona lalu lintas pada tahun target menggunakan metode tingkat pertumbuhan (*compounding factor*) dengan rumus sebagai berikut:

$$P_t = P_o (i + 1)^n$$

Rumus III. 2

Keterangan:

P_t = Besarnya nilai variabel X pada tahun n

P_o = besarnya nilai variabel X pada tahun sekarang

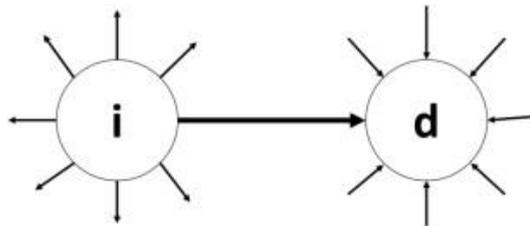
i = tingkat pertumbuhan rata-rata

n = rentang waktu tahun

2. Distribusi perjalanan

Distribusi Perjalanan yaitu prediksi asal – tujuan dari arus perjalanan yaitu mengkaitkan perjalanan dari setiap zona yang diprediksi oleh model bangkitan perjalanan sehingga membentuk suatu arus perjalanan.

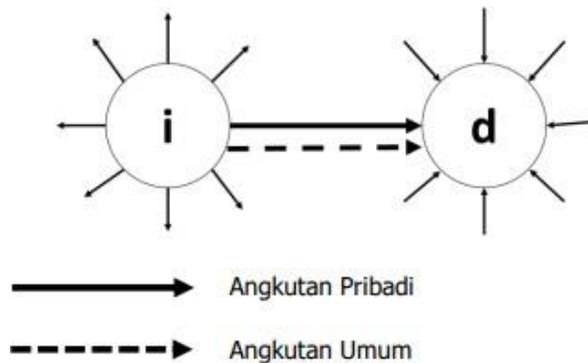
Dasar pemikiran distribusi perjalan adalah mengestimasi volume perjalanan orang antar zona (T_{id}) berdasarkan produksi perjalanan dari zona asal (i) dan daya tarik dari zona tujuan (d) serta kendala antar zona (F_{id}). Masukan produksi dan tarikan diperoleh dari tahap bangkitan perjalanan. Prakiraan kendala antar zona untuk tahun rencana diperoleh dari spesifikasi rencana transportasi, diantaranya adalah jarak, waktu, dan biaya perjalanan. Berikut merupakan visualisasi distribusi perjalanan dari zona asal (i) ke zona tujuan (d).



Gambar III.1 Sebaran Perjalanan

3. Pemilihan moda

Pemilihan Moda yaitu prediksi prosentase arus perjalanan untuk setiap moda yang ada pada tiap pasangan zona asal tujuan. Pelaku perjalanan dapat memilih penggunaan moda antara kendaraan umum, kendaraan pribadi, sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor. Ortuzar, J. dan Willumsen, (1990) menyatakan bahwa dalam analisis pemilihan moda dapat dilakukan pada tahap yang berbeda dalam proses permodelan.



Gambar III.2 Pemilihan Moda

Penentuan jumlah perjalanan yang membebani seluruh ruas jalan yang ada, dari satuan perjalanan orang perhari dikonversikan ke satuan kendaraan perhari, yang rumusnya sebagai berikut:

$$x = \frac{\text{jumlah perjalanan}_{\text{hari}}^{\text{org}} \times \text{Moda Split 1}}{\text{Okupansi 1}} \quad \text{Rumus III. 3}$$

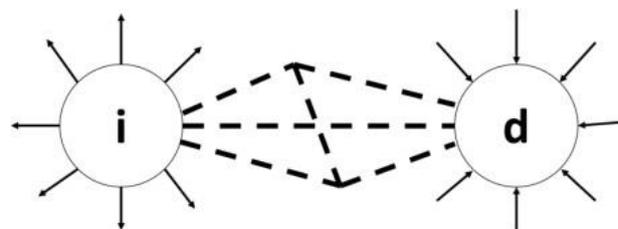
Adapun terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pemilihan moda, antara lain:

a. Ciri Pengguna Jalan

Beberapa faktor berikut yang diyakini dapat mempengaruhi pemilihan moda :

- 1) Ketersediaan atau kepemilikan kendaraan bermotor.
- 2) Kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM).
- 3) Struktur rumah tangga (pasangan muda, keluarga dengan anak, pensiun, bujangan, dan lain-lain).
- 4) Pendapatan; semakin tinggi pendapatan akan semakin besar peluang menggunakan kendaraan pribadi.

- 5) Faktor lain, misalnya keharusan menggunakan mobil ke tempat kerja dan keperluan mengantar anak ke sekolah.
- b. Pemilihan moda juga akan sangat di pengaruhi oleh:
 - 1) Tujuan pergerakan
 - 2) Waktu terjadinya pergerakan
 - 3) Jarak perjalanan
 - c. Ciri Fasilitas Moda Transportasi
Hal ini di kelompokkan menjadi kategori seperti :.
 - 1) Waktu perjalanan
 - 2) Biaya transportasi
 - 3) Ketersediaan ruang dan tarif parkir
 - d. Ciri Kota Atau Zona
Beberapa ciri yang dapat mempengaruhi pemilihan moda adalah jarak dari pusat kota dan kepadatan penduduk.
4. Pembebanan perjalanan
- Pembebanan perjalanan yaitu mengalokasikan arus perjalanan dari setiap moda ke rute tertentu pada jaringan jalan yang menghubungkan zona asal–tujuan. Adapaun Tujuan proses pembebanan perjalanan:
- a. Mengestimasi volume lalu lintas pada ruas-ruas jalan di dalam jaringan jalan dan persimpangan bila mungkin.
 - b. Memperoleh estimasi biaya perjalanan antara asal perjalanan dan tujuan perjalanan yang digunakan pada suatu model distribusi perjalanan dan pemilihan moda. Implikasi dalam penelitian ini, permodelan transportasi sangat berguna dimana untuk meramalkan pergerakan pada tahun rencana yang dimodelkan sehingga dapat memprediksi bagaimana kondisi lalu lintas yang ada pada tahun rencana.



Gambar III.3 Pembebanan Perjalanan

Implikasi dalam penelitian ini, permodelan transportasi sangat berguna dimana untuk meramalkan pergerakan pada tahun rencana yang dimodelkan sehingga dapat memprediksi bagaimana kondisi lalu lintas yang ada pada tahun rencana.

3.3 Kinerja Ruas Jalan

Indikator kinerja ruas jalan yang dimaksud disini adalah perbandingan volume per kapasitas (V/C Rasio), kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Tiga karakteristik ini kemudian di pakai untuk mencari tingkat pelayanan (*level of service*).

1. Volume Lalu Lintas.

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam suatu ruas dalam satuan waktu. Perhitungan volume lalu lintas berdasarkan kendaraan perklasifikasi. Satuan volume lalu lintas dapat dinyatakan dengan smp/jam. Persamaan Volume lalu lintas dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$Q = n/t$$

Rumus III. 4

Keterangan:

Q = volume lalu lintas

N = jumlah kendaraan

t = waktu

2. kapasitas Jalan

Kapasitas jalan merupakan kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas per satuan waktu. Menurut MKJI (1997), kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu. Untuk jalan dengan 2 lajur 2 arah, penentuan kapasitas dilakukan untuk arus dua arah, tetapi untuk ruas jalan dengan lajur banyak, maka harus harus dipisahkan tiap arah dan kapasitasnya ditentukan per lajur. Kapasitas ruas jalan dibedakan untuk jalan perkotaan, dan jalan luar kota.

Selain itu, ada dua faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas suatu ruas jalan yaitu:

- a. faktor jalan merupakan faktor yang berupa lebar lajur, kebebasan

samping, jalur tambahan atau bahu jalan, keadaan permukaan, alinyemen dan kelandaian jalan.

- b. Faktor lalu lintas merupakan faktor banyaknya pengaruh berbagai tipe kendaraan terhadap seluruh kendaraan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Hal ini juga diperhitungkan terhadap pengaruh satuan mobil penumpang (smp), sedangkan kapasitas dasar yaitu kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan yang ditentukan sebelumnya (ideal). Untuk persamaan dasar dalam menentukan kapasitas menggunakan:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad \text{Rumus III. 5}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas (smp/jam)
 Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
 FCw = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
 FCsp = Faktor penyesuaian pemisah arah
 FCsf = Faktor penyesuaian hambatan samping
 FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berikut adalah tabel (Co) Untuk menentukan nilai kapasitas dasar, dapat dilihat pada Tabel III.1 dibawah:

Tabel III. 1 Kapasitas Dasar

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)		Catatan
	Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	
Enam atau Empat lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	1900	Per lajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	1700	Per lajur
Dua-lajur-tak-terbagi	2900	3100	Total dua arah

Sumber: MKJI, 1997

Besarnya beberapa faktor penyesuaian kapasitas ruas jalan dapat dilihat pada Tabel III.1 sampai dengan Tabel III.2.

Tabel III. 2 Faktor penyesuaian lebar jalurlalu lintas (FCw)

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc)(m)	FCw
		Jalan perkotaan
Enam atau empat lajur terbagi atau jalan satu arah (6/2D) atau (4/2D)	Per Lajur	
	3.00	0,92
	3.25	0,96
	3.50	1.00
	3.75	1,04
	4.00	1.08
	Per Lajur	
Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (Wc)(m)	FCw
		Jalan perkotaan
Empat lajur tak terbagi (4/2UD)	3.00	0,91
	3.25	0,95
	3.50	1.00
	3.75	1,05
	4.00	
		Total dua arah
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	5.0	0,56
	6.0	0,87
	7.0	1.00
	8.0	1,14
	9.0	1,25
	10.0	1,29
	11.0	1,34

Sumber: MKJI, 1997

Tabel III. 3 Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp)

Pemisah arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Jalan perkotaan					
	Dua lajur (2/2)	1	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur (4/2)	1	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: MKJI, 1997

Tabel III. 4 Penentuan Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping	Kondisi khas
	Jalan perkotaan
Sangat Rendah	Daerah pemukiman; jalan dengan jalansamping
Rendah	Daerah pemukiman; beberapakendaraan umum, dst
Sedang	Daerah industri; beberapa toko di sisijalan
Tinggi	Daerah komersial, aktivitas sisi jalantingg
Sangat Tinggi	Daerah komersial, dengan aktivitaspasar di sisi jalan

Sumber: MKJI, 1997

Tabel III. 5 Faktor penyesuaian untuk hambatan samping (FCsf) dengan bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata Ws (m)			
		≤0,5m	1,0m	1,5m	≥2m
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91
Dua lajur tak terbagi 4/2 D atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96

Sumber: MKJI, 1997

Tabel III. 6 Faktor penyesuaian untuk hambatan samping (FCsf) dengan Kerb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata Ws (m)			
		≤0,5m	1,0m	1,5m	≥2m
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata Ws (m)			
		≤0,5m	1,0m	1,5m	≥2m
Dua lajur tak terbagi 4/2 D atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,11
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92

Sumber: MKJI, 1997

Tabel III. 7 Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (FCcs)

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota (FCcs)
<1.0	0,86
0.1-0.5	0,9
0.5-1.0	0,94
1.0-3.0	1
>3.0	1,04

Sumber: MKJI, 1997

3. Kecepatan

Kecepatan adalah kemampuan suatu moda transportasi untuk menempuh perjalanan dalam jarak tertentu yang ditempuh dalam satuan waktu. Satuan kecepatan yang sering digunakan adalah kilometer/jam.

4. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan metode untuk memberikan batasan ukuran untuk dapat memberikan nilai kondisi suatu ruas jalan yang di laluidengan volume lalu lintas maksimum saat ini dan peningkatannya di masamendatang. Indikator tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan jalan pada sistem jaringan jalansesuai fungsinya yaitu ;

- a. Jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B
- b. Jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- c. Jalan kolektor primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B
- d. Jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C

- e. Jalan lokal primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C
- f. Jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D
- g. Jalan lingkungan, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D
- h. Jalan tol, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B

Berikut adalah nilai untuk tingkat pelayanan ruas menurut MKJI (1997)

Tabel III. 8 Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

No	Pelayanan	Karakteristik	Rasio V/C
1	A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan yang tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,0 s/d 0,19
2	B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 s/d 0,44
3	C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 s/d 0,69
4	D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, V/C Rasio masih dapat ditolerir	0,70 s/d 0,84
5	E	Volume lalu lintas mendekati berada pada kapasitas. Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti.	0,85 s/d 1
6	F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan – hambatan yang besar.	>1

Sumber: MKJI, 1997

3.4 Validasi Model Jaringan

Setelah model jaringan jalan terburuk lengkap dengan pembebanan pada ruas jalan (link), maka langkah selanjutnya adalah melakukan validasi model yaitu membandingkan dan menilai kesesuaian antara hasil dari volume lalu lintas pada ruas jalan hasil survei dengan volume lalu lintas hasil model. Uji statistik digunakan untuk menguji apakah hasil simulasi yang dihasilkan mempunyai perbedaan yang cukup signifikan. Jika tidak cukup signifikan maka hasil simulasi dapat diterima dan tidak perlu

dilakukan validasi lagi karena hasil observasi sama dengan hasil model. Sebaliknya jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka hasil simulasi tidak dapat diterima dan perlu divalidasi. Validasi model ini dilakukan dengan menggunakan Uji Chi-kuadrat. Uji yang dilakukan adalah uji chi-kuadrat (chi-square) terhadap ruas-ruas jalan utama di wilayah studi Kota Magelang. Langkah-langkah validasi model pembebanan perjalanan dengan hasil survei lalu lintas menggunakan 63 ruas jalan yang terbagi menjadi 120 segmen dan memiliki pengaruh di dalam kota sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatifnya (H_1)

H_0 : Hasil survei (O_i) = hasil model (E_i)

H_1 : Hasil survei (O_i) \neq hasil model (E_i)

b. Tingkat signifikan yang dipakai adalah 95% atau $\alpha = 0,05$

c. Derajat kebebasan = $120 - 1 = 119$

d. Chi-square (χ^2) tabel = 133,25

e. Aturan keputusan

H_0 diterima jika χ^2 hasil hitungan < χ^2 hasil tabel

H_1 diterima jika χ^2 hasil hitungan > χ^2 hasil tabel

3.5 Pemodelan Vissum

PTV Vissum adalah paket perangkat lunak simulasi arus lalu lintas multi-modal makroskopik yang dikembangkan oleh PTV Planning Transport Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. PTV Vissum adalah sebuah program pemodelan transportasi untuk menganalisa kondisi lalu lintas eksisting, forecasting yang mendukung data GIS. PTV Vissum digunakan untuk macroscopic simulation (macroscopic transportation planning).

Kelebihan utama program ini dibandingkan aplikasi pemodelan transportasi yang lain adalah pada kemampuannya untuk memodelkan persoalan transportasi secara multi modal. PTV Vissum merupakan sistem perencanaan transportasi urban multi modal baik angkutan pribadi maupun angkutan umum serta output grafik yang interaktif. Program tersebut menawarkan bagi para perencana suatu metode pemodelan dan analisa jaringan dengan multi moda, pemodelan demand transport, dan implementasi dari prosedur evaluasi network.

PTV Visum menawarkan bagi pengguna maupun perencana suatu variasi untuk perbandingan secara langsung dari kondisi eksisting dan kondisi masa datang yang tercermin dalam perubahan lalu lintas pada jaringan jalan maupun perubahan transit network dalam hal karakteristik sosial ekonomi pada area studi.

Adapun metode cara kerja perangkat lunak PTV Visum sebagaimana digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung jumlah lalu lintas berdasarkan Matriks Asal Tujuan (MAT):

1. Pengaturan Arah Lalu Lintas

Pada perangkat lunak PTV Visum, terdapat toolbar yang berisi semua proses pengerjaan yang ada pada PTV Visum. Network yang ada pada panel PTV Visum merupakan shortcut untuk mengaktifkan tampilan-tampilan yang ada di *network editor*. Pengaturan arah lalu lintas dapat dilakukan dengan mengklik *network* → *network settings* → *direction of traffic* → *lefthand traffic* untuk panel *network setting*. Maka pengaturan arah lalu lintas sudah digantikan sesuai dengan arah lalu lintas yang ada di Indonesia.

2. Build Network

Pembuatan jaringan jalan dengan menggunakan peta *Open Street Map* (OSM) yang sudah ada di Visum. Pengaturan jaringan jalan dengan memasukkan nama ruas jalan, kapasitas jalan, jumlah lajur dan panjang jalan yaitu mengklik *toolbar Lists* → *Network* → *Links* → *OK*.

3. Inputting Data MAT

Matriks asal tujuan merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses trip assignment pada PTV Visum. Cara memasukan data matriks asal tujuan PTV Visum dengan mengklik *toolbar edit* → *matrix editor* → *create matrix* → *OK*. Lalu akan muncul panel matriks yang bisa dimasukan untuk matriks asal tujuan, kemudian isi kolom matriks tersebut.

4. Pengklasifikasian MAT

Proses yang dibutuhkan adalah mengklik *demand* → *demand data* → *demand segments*. Lalu akan muncul panel OD demand. Setelah muncul panel OD demand, maka langkah selanjutnya adalah mengganti matriks sesuai jenis kendaraannya.

5. Pembebanan Lalu Lintas PTV Visum

Pembebanan lalu lintas (*Trip Assignment*) merupakan langkah terakhir dalam pengerjaan model dalam PTV Visum. Langkah yang dibutuhkan adalah dengan mengklik *calculate* → *procedure sequence* → *create*. Setelah muncul panel *procedure sequence*, pilih objek dan metode yang akan digunakan untuk *trip assignment*. Lalu execute data tersebut sehingga menghasilkan *desire line* dan jumlah lalu lintas model dalam setiap ruas jalan. Setelah muncul hasil lalu lintas model pada setiap ruas jalan yang digunakan, untuk melakukan pembebanan sesuai volume kendaraan atau VC Ratio dapat dilakukan dengan *edit graphics layer* → *links* → *bar* → *display*

6. Peramalan Volume Lalu Lintas

Peramalan Volume Lalu Lintas menggunakan matriks estimasi pada software PTV Visum. Menurut buku User Manual Program PTV Visum, Matriks Estimasi merupakan sebuah peramalan distribusi perjalanan yang mampu mengestimasi matrik asal tujuan (MAT) dengan memanfaatkan data-data sekunder dan primer seperti Lalu lintas harian rata-rata (LHR), waktu perjalanan (*travel time*), jaringan jalan, dan kecepatan. Matriks Estimasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Visum.

Sumber : PTV Visum

3.6 Kebutuhan Parkir

1. Karakteristik Parkir

Dalam perencanaan suatu fasilitas parkir, informasi mengenai karakteristik parkir sangat diperlukan. Beberapa parameter karakteristik parkir yang harus diketahui adalah

a. Akumulasi Parkir

Yaitu jumlah kendaraan yang parkir dalam suatu tempat parkir tertentu dalam satuan waktu tertentu. Perhitungan akumulasi parkir dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Akumulasi} = K_m - K_k$$

Rumus III. 6

Keterangan:

K_m = Kendaraan yang masuk lokasi parkir

Kk = Kendaraan yang keluar lokasi parkir

b. Volume Parkir

Volume parkir adalah jumlah kendaraan yang termasuk dalam beban parkir (yaitu jumlah kendaraan per periode waktu tertentu, biasanya perhari), (Hobbs, 1979). Periode yang dihitung dalam kendaraan yang parkir dalam 1 (satu) hari. Rumus yang digunakan untuk menghitung volume parkir adalah:

$$\text{Volume} = N_{in} + X \text{ (kendaraan)} \quad \textbf{Rumus III. 7}$$

Keterangan:

N_{in} = Jumlah kendaraan yang masuk (kendaraan).

X = Kendaraan yang sudah ada sebelum waktu survai (kendaraan).

c. Tingkat penggunaan parkir/ *Parking Turn Over* (PTO)

Tingkat penggunaan parkir menunjukkan besarnya tingkat penggunaan satu ruang parkir yang diperoleh dengan membagi jumlah kendaraan parkir dengan luas. parkir/jumlah petak parkir untuk periode tertentu, atau dengan menggunakan rumus berikut :

$$PTO = \frac{KP}{\sum PP} \quad \textbf{Rumus III. 8}$$

Keterangan :

PTO=Tingkat penggunaan parkir (kendaraan/petak/jam)

KP=Jumlah kendaran parkir (kendaraan)

$\sum PP$ =Jumlah petak parkir (petak parkir)

d. Indeks Parkir

Indeks parkir adalah prosentase jumlah kendaraan parkir menempati area parkir. Karakteristik ini merupakan salah satu cara untuk mengetahui tingkat kebutuhan parkir. Indeks parkir dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IP = \frac{KP}{\sum PP} \times 100\% \quad \textbf{Rumus III. 9}$$

IP =Indeks Parkir (%)

KP=Jumlah kendaran parkir (kendaraan)

$\sum PP$ =Jumlah petak parkir (petak parkir)

IP < 100 % artinya bahwa fasilitas parkir tidak bermasalah, dimana kebutuhan parkir tidak melebihi daya tampung/ kapasitas normal.

IP = 100% artinya bahwa kebutuhan parkir seimbang dengan daya tampung/kapasitas normal.

IP > 100 % artinya bahwa fasilitas parkir bermasalah, dimana kebutuhan parkir melebihi daya tampung/kapasitas normal.

e. Kebutuhan Parkir

Kebutuhan parkir dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Y. Alwinda, 2001) :

$$KRP = JK \times SRP \qquad \textbf{Rumus III. 10}$$

Keterangan :

KRP = Kebutuhan ruang parkir

JK = Volume kendaraan parkir pada jam puncak berdasarkan akumulasi

SRP = Satuan ruang parkir

2. Satuan Ruang Parkir (SRP)

Menurut Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1996) satuan Ruang Parkir (SRP) adalah luas efektif untuk memarkir satu kendaraan (mobil penumpang, truk, motor) termasuk ruang bebas dan lebar bukaan pintu. Berikut merupakan Satuan Ruang Parkir Berdasarkan Golongan Kendaraan.

Tabel III. 10 Satuan Ruang Parkir

Penentuan Satuan Ruang Parkir

No.	Jenis Kendaraan	SRP dalam m ²
1	a. Mobil Penumpang Gol.I	2,30 x 5,00
	b. Mobil Penumpang Gol.II	2,50 x 5,00
	c. Mobil Penumpang Gol.III	3,00 x 5,00
2	Bus/Truk	3,40 x 12,50
3	Sepeda Motor	0,75 x 2,00

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1996

3.7 Dasar pemindahan Kantor Pemerintah Kota Magelang

1. Peraturan Perda (PERDA) Nomor 2 Tahun 2022 tentang Pembentukan Dana Cadangan Pembangunan Gedung Balai Kota Magelang Tahun 2022-2024.
2. Peraturan Daerah (PERDA) tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kota Magelang Nomor 4 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Magelang Tahun 2011-2031.