

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan yang menyandang fungsi utama yaitu Ibukota Propinsi Sumatera Utara, berkembang menjadi kota metropolitan dengan jumlah penduduk lebih dari 2,3 juta orang dengan laju pertumbuhan penduduk 0,85 % per tahun. (BPS Kota Medan tahun 2022). Keadaan ini mendorong aktivitas dan dinamika penduduk semakin tinggi dan cepat. Maka dari itu kita membuat matriks asal tujuan (MAT) untuk memudahkan melihat rute tercepat dan jalan yg bebas dari hambatan.

Pemodelan transportasi dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi yang ditimbulkan akibat adanya pergerakan. Pembebanan pada ruas jalan dipilih sebagai alternatif pemakai jalan secara rasional memilih rute terpendek yang meminimumkan hambatan transportasi (jarak, waktu dan biaya). Semua lalu lintas antara zona asal dan tujuan menggunakan rute yang sama dengan anggapan bahwa pemakai jalan mengetahui rute yang tercepat tersebut. Model sebaran pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan sebaran yang meninggalkan suatu zona atau menuju suatu zona. Distribusi pergerakan dapat direpresentasikan dalam bentuk Matriks Asal-Tujuan (MAT).

Metode tanpa batasan atau seragam adalah metode tertua yang dan paling sederhana. Dalam metode ini diasumsikan bahwa untuk keseluruhan daerah

kajian hanya ada 1 (satu) nilai tingkat pertumbuhan yang digunakan untuk mengalihkan semua pergerakan pada saat ini dalam upaya mendapatkan pergerakan pada masa mendatang.

Metode ini tidak menjamin bahwa total pergerakan yang dibangkitkan dari setiap zona asal dan total pergerakan yang tertarik kesetiap zona tujuan akan sama dengan total bangkitan dan tarikan yang diharapkan pada masa mendatang.

Metode ini dapat mempermudah kita untuk mengetahui sebaran pergerakan yang sekarang dan pergerakan masa akan datang, oleh karena itu kita dapat menggunakannya untuk mengetahui kondisi lalu lintas yg akan datang.

1.2 Identifikasi Masalah

- a. Pergerakan arus lalu lintas
- b. Volume lalu lintas
- c. Kendaraan yang parkir sembarangan pada bahu jalan
- d. Jalan rusak yang menyebabkan antrian lalu lintas
- e. Jarak antar zona

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah Pemodelan Transportasi Jaringan Jalan Medan Deli Tua yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pola pergerakan arus lalu lintas di jaringan jalan medan - deli tua pada kondisi pada saat ini atau exsesting ?

2. Bagaimana kinerja jaringan jalan pada jalinan jalan medan deli tua pada kondisi saat ini dan 5 tahun kedepan?
3. Bagaimana mengatasi masalah yang timbul akibat sebaran pergerakan arus lalu lintas dalam bentuk penanganan exemplan?
4. Berapa besar tingkat validasi dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas yang ada di lapangan?
5. Berapa besar estimasi Matriks Asal dan tujuan perjalanan dengan batasan bangkitan pergerakan dari data lalu lintas?

1.4 Batasan Masalah

Untuk tetap menjaga agar penelitian ini berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, maka perlu dilakukan pembatasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Penelitian pemodelan menggunakan model gravity tanpa batasan atau *Unconstrained-Gravity* (UCGR)
2. Perhitungan mengacu kepada metode MKJI sedangkan penetapan kinerja mengacu kepada permen no.96 tahun 2015 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan menejem dan rekayasa lalu lintas
3. Lokasi penelitian berada pada jaringan jalan medan - deli tua

1.5 Batasan Penelitian

- a. Penelitian dilakukan pada jalan utama tidak pada jalan – jalan kecil
- b. Penelitian pada Simpang jl.A.H Nasution – jl.Karya Jaya
- c. Penelitian pada Simpang jl.B.Zain Hamid - jl.A.H Nasution
- d. Penelitian pada Simpang jl.Tapian Nauli - jl.B.Zain Hamid

- e. Penelitian pada Simpang jl.Karya Jaya – jl.Tapian Nauli

1.6 Tujuan Penelitian

1. mengetahui sebaran pergerakan arus lalu lintas di jaringan jalan medan deli tua menggunakan model gravity tanpa batasan atau *Unconstrained-Gravity* (UCGR).
2. Mengetahui tingkat validitas dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan di lapangan.
3. Mengetahui besar nilai parameter β yang merupakan fungsi hambatan dengan Metode Fungsi Hambatan Eksponensial-Negatif.
4. Mengetahui estimasi MAT perjalanan dari data lalu lintas.
5. Mengetahui tingkat validitas dari arus lalu lintas hasil pemodelan dengan arus lalu lintas hasil pengamatan dilapangan.

1.7 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat teoritis

Menambah wawasan atau pengetahuan dalam menciptakan ketertiban berkendara, dapat menjadi referensi atau masukan bagi peneliti lain, dan bagi masyarakat lebih disiplin dalam berkendara di jalan raya.

- b. Manfaat Praktis

Hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk perencanaan transportasi dan pemberian kebijakan transportasi dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara didalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (AASHTO 2001 dalam C .Jotin Khisty dan B. kent Lall, 2003:274).

Nugroho (2007), telah melakukan sebuah penelitian tentang estimasi MAT dengan menggunakan data lalu lintas yang ada dan menghitung besarnya nilai parameter β dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Dalam penelitiannya, Nugroho mendapatkan jumlah total pergerakan Kota Surakarta adalah 29834,8 smp/jam dengan nilai parameter β sebesar -0,00125. Tingkat validasi dari model yang dihasilkan sebesar 0,8828.

Sedangkan Widyastuti (2007), melakukan sebuah penelitian tentang estimasi MAT dari data lalu lintas dengan metode estimasi entropi maksimum. Dari hasil perhitungan dengan bantuan *software* SATURN, diperoleh total jumlah pergerakan Kota Surakarta adalah 31690,6 smp/jam dengan nilai parameter β sebesar -0,00121. Untuk tingkat validasi dari model yang dihasilkan sebesar 0,881

Syafi'i, dkk. (2009), dalam penelitiannya menyatakan bahwa dalam konteks perencanaan transportasi, salah satu hal yang paling sangat penting yang harus diketahui adalah potensi kebutuhan perjalanan dari satu zona (daerah) asal ke zona tujuan yang merupakan pencerminan distribusi perjalanan dari zona asal ke zona tujuan. Kebutuhan perjalanan ini pada umumnya direpresentasikan dengan Matriks Asal-Tujuan (MAT) perjalanan atau *Origin-Destination (OD) Matrix*.

2.2 MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)

Dari Pedoman MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) untuk simpang tak bersinyal dengan nilai Derajat Kejenuhan (DS) lebih dari 1,00 maka persimpangan tersebut tidak memenuhi syarat dari pedoman MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dan simpang tersebut perlu dibutuhkan Traffic Light menjadi simpang bersinyal. Apabila nilai Derajat Kejenuhan (DS) masih kurang dari 1,00 maka persimpangan tersebut masih belum dibutuhkan Traffic Light atau memenuhi syarat dari pedoman MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia).

- Kegiatan pengaturan lalu lintas meliputi kegiatan penetapan kebijaksanaan lalu lintas pada jaringan atau ruas-ruas jalan tertentu (antara lain dengan rambu, marka dan lampu lalu lintas), sedangkan kegiatan pengawasan meliputi :
 1. Pemantauan dan penilaian terhadap pelaksanaan lalu lintas,
 2. Tindakan korektif terhadap pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.
- Kegiatan pengendalian lalu lintas meliputi :
 1. Pemberian arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu

lintas,

2. Pemberian bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.

2.3 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan, karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain oleh klasifikasi jalan rencana. Jalan raya dapat digolongkan dalam klasifikasi berdasarkan fungsinya, meliputi:

- 1) Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- 2) Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- 3) Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.4 Karakteristik Jalan

Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan jika jalan tersebut dibebani arus lalu lintas. Karakteristik jalan tersebut menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 antara lain:

2.4.1 Geometrik Jalan

1) Tipe jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan tak terbagi dan jalan terbagi

2) Lebar jalur lalu lintas

Pertambahan lebar jalur akan meningkatkan kecepatan arus bebas dan kapasitas jalan

3) Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peningkatan tepi perkerasan atau bahu jalan. Kereb sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan, kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu

4) Bahu

Jalan perkotaan tanpa kereb umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintas. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas dan kecepatan pada arus tertentu.

5) Median

Perencanaan median yang baik dapat meningkatkan kapasitas jalan.

2.5 Komposisi Arus Lalu Lintas

Menurut Wibowo (2001) komposisi arus lalu lintas didefinisikan sebagai jenis atau tipe suatu kendaraan, baik kendaraan bermotor maupun kendaraan tak bermotor yang melewati suatu ruas jalan.

Kendaraan yang melewati suatu ruas jalan sangat mempengaruhi arus lalu lintas. Unsur utama yang sangat mempengaruhi arus lalu lintas adalah segi ukuran, kekuatan dan kemampuan kendaraan melakukan pergerakan di jalan. Ketiga unsur ini sangat berpengaruh pada perencanaan, pengawasan dan pengaturan sistem transportasi. Nilai normal untuk komposisi lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 17 Nilai Normal untuk Komposisi Lalu Lintas

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	LV (%)	HV (%)	MC (%)
<0,1	45	10	45
0,1-0,5	45	10	45
0,5-1,0	53	9	38
1,0-3,0	60	8	32
>3,0	69	7	24

Sumber: MKJI 1997

Penggolongan tipe kendaraan untuk jalan perkotaan berdasarkan MKJI (1997) adalah sebagai berikut :

a. Kendaraan ringan (LV)

Kendaraan bermotor beroda empat dengan dua gandar berjarak 2 – 3 m (termasuk kendaraan penumpang, opelet, mikrobis, pick-up dan truck kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

b. Kendaraan berat (HV)

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truck 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

c. Sepeda motor (MC)

Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) 12

d. Kendaraan tak bermotor (UM)

Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Tabel 2. 18 Ekivalen Mobil Penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi

Tipe jalan Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas Total dua arah (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar lajur lalu lintas Wc (m)	
			< 6	> 6
Dua-kajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak terbagi	0	1,3	0,4	

(4/2 UD)	≥ 3700	1,2	0,25
----------	-------------	-----	------

Sumber: MKJI 1997

2.6 Aktifitas Samping Jalan

Aktifitas samping jalan yang diperhitungkan dalam penelitian ini adalah faktor hambatan samping yang berpengaruh terhadap kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas.

Hambatan samping dinyatakan sebagai interaksi antara arus lalu lintas dengan aktifitas dipinggir jalan yang berkaitan dengan tata guna lahan disepanjang ruas jalan tersebut. Hambatan samping yang dimaksud seperti:

1. Angkutan umum dan kendaraan yang yang berhenti pada badan jalan
2. Kendaraan yang berjalan lambat
3. Pejalan kaki
4. Kendaraan yang keluar dan masuk dari samping jalan

Untuk menentukan bobot dari setiap jenis hambatan samping dan tiap kelas hambatan samping dapat dilihat pada tabel 2.3 dan tabel 2.4

Tabel 2. 19 Bobot Kejadian Tiap Jenis Hambatan Samping

Jenis hambatan samping	Bobot kejadian/200m/jam
Pejalan kaki	0.5
Kendaraan berhenti atau kendaraan parkir	1.0
Kendaraan masuk atau keluar sisi jalan	0.7
Kendaraan lambat	0.4

Sumber: MKJI 199

Tabel 2. 20 Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per200m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300-499	Daerah industry, beberapa toko disisi jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial, aktifitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial dengan aktifitas pasar disamping jalan.

Sumber: MKJI 1997

2.7 Kecepatan Arus Bebas

Berdasarkan MKJI (1997) kecepatan Arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkatan arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh

kendaraan bermotor lain di jalan. Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum sebagai berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV₀ = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam)

FV_w = Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)

FFV_{sf} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu.

FFV_{cs} = Faktor Penyesuaian ukuran kota

2.7.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar

Kecepatan arus bebas dasar yaitu kecepatan arus bebas segmen jalan pada kondisi ideal tertentu (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Untuk menentukan kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan dapat dilihat pada Tabel 2.5 -2.6.

Tabel 2. 21 Kecepatan arus bebas dasar (FVo) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan arus bebas dasar			
	Kendar aan ringan (LV)	Kendar aan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Rata- rata
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2. 22 lanjutan kecepatan arus bebas dasar

Tipe Jalan	Kecepatan arus bebas dasar			
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Rata-rata
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau TigaLajursatu- arah (3/1)	57	50	47	53
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber: MKJI 1997

2.7.2 Penyesuaian kecepatan arus bebas lebar lajur lalu lintas (FVw)

Penentuan penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas didasarkan pada lebar efektif jalur lalu lintas (W_c), dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2. 23 penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FVw)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (Wc) (m)	FVw (km/jam)
Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Dua-lajur tak-terbagi	Total	
	5	-9,55
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber: MKJI 1997

2.7.3 Penyesuaian Akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFVsf)

Untuk menentukan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping, dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2. 24 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar bahu rata-rata W_s (m)			
		< 0,5	1,0	1,5	2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,01	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat-lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,02	1,01	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95
Dua-lajur tak-terbagi 2/2 UD atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	1,00	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: MKJI 1997

2.7.4 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFVcs)

Untuk menentukan faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota, dapat dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2. 25 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
<0,1	0,90
0,1-0,5	0,93
0,5-1,0	0,95
1,0-3,0	1,00
>3	1,03

Sumber: MKJI 1997

2.8 Kapasitas

Kapasitas jalan adalah kemampuan jalan untuk dapat melewatkan suatu kendaraan yang akan melintas pada jalan raya, baik satu jalur maupun dua jalur pada jalan raya. MKJI 1997 telah mendefenisikan kapasitas jalan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan dalam persatuan jam yang dapat melewati satu titik pada kondisi tertentu. Kapasitas dihitung untuk arus dua arah, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan perjalur. Adapun rumus untuk menentukan kapasitas dasar suatu ruas jalan dalam perkotaan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian untuk lebar jalan

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pembagian arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian akibat gangguan samping dan bahu jalan

FC_{cs} = Faktor penyesuaian akibat ukuran kota

2.9 Kapasitas Dasar (C_o)

Kapasitas dasar (C_o) segmen jalan pada kondisi geometrik ditentukan berdasarkan tipe jalan sesuai dengan Tabel 2.10

Tabel 2. 26 Kapasitas Dasar (C_o) Jalan Perkotaan Tipe jalan Kapas

Tipe Jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Perlajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	Perlajur

Tabel Lanjutan Kapasitas dasar

Tipe Jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Dua-lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI 1997

2.9.1 Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (FC_w)

Faktor penyesuaian lebar jalan ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2. 27 Faktor Penyesuaian Kapasitas Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) (m)	FCw
Empat-lajur terbagi atau jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber: MKJI 1997

2.9.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)

Untuk jalan satu arah atau jalan dengan median faktor koreksi pembagian arah adalah 1,0. Faktor penyesuaian pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2. 28 Faktor penyesuaian Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua-lajur2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: MKJI 1997

2.9.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FCsf)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FCsf) berdasarkan jarak antara bahu dan penghalang pada trotoar (Wk), dan kelas hambatan samping (SFC).

Nilai faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak bahu-penghalang (FCsf) untuk jalan perkotaan dengan kereb, dapat dilihat pada Tabel 2.13

Tabel 2. 29 Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak bahu-penghalang (FCsf)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif			
		<0,5	1,5	1,5	>2,0
4/2D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02

	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	0,103
	L	0,94	0,97	1,00	0,102
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu- arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: MKJI 1997

2.9.4 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota didasarkan pada jumlah penduduk, dapat dilihat pada Tabel 2.14

Tabel 2. 30 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FCcs) Ukuran

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 1,0	0.86
0,10 - 0,50	0.90
0,50 - 1,00	0.94
1,00 - 3,00	1.00

> 3,00	1.04
--------	------

Sumber: MKJI 1997

2.10 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

2.10.1 Kecepatan dan Waktu Tempuh

Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui ruas jalan, termasuk waktu berhenti, macet, dan sebagainya. Kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan (LV) sepanjang segmen jalan dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$TT = \frac{L}{V} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

TT = Waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen (jam)

V = Kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)

L = Panjang segmen (km)

2.11 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan jalan menurut Hendaro (2001) adalah suatu ukuran kualitas perjalanan dalam arti luas menggambarkan kondisi lalu lintas yang mungkin timbul pada suatu jalan akibat dari volume lalu lintas.

Lebar dan jumlah lajur yang dibutuhkan tidak dapat direncanakan dengan baik walaupun VJP/LHR telah ditentukan. Hal ini disebabkan oleh karena tingkat kenyamanan dan keamanan yang akan diberikan oleh jalan rencana belum ditentukan. Kebebasan bergerak yang dirakan oleh pengemudi akan lebih baik pada jalan-jalan yang kebebasan samping yang memadai, tetapi hal tersebut saja menuntut daerah manfaat jalan yang lebih lebar pula.

Untuk menentukan tingkat pelayanan jalan ada dua faktor utama yang harus diperhatikan yaitu :

1. Kecepatan perjalanan yang menunjukkan keadaan umum di jalan.
2. Perbandingan antara volume terhadap kapasitas (rasio V/C) yang mana menunjukkan kepadatan lalu lintas dan kebebasan beregerak bagi kendaraan.

Tabel 2. 31 Hubungan tingkat pelayanan dengan derajat kejenuhan

Tingkat Pelayanan (LOS)	Derajat Kejenuhan (DS)	Keterangan
A	0 - 0,2	Arus bebas, kecepatan bebas
B	0,2 - 0,4	Arus stabil, kecepatan mulai terbatas
C	0,4 - 0,6	Arus stabil, kecepatan makin terbatas
D	0,6 - 0,8	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah
E	0,8 - 1,0	Arus tidak stabil, kecepatan rendah
F	> 1,0	Arus terhambat, kecepatan rendah

Sumber: MKJI 1997

2.12 Kecepatan Lalu Lintas

Kecepatan adalah tingkat pergerakan lalu-lintas atau kendaraan tertentu yang sering dinyatakan dalam kilometer per jam. Menurut Abubakar (1999) kecepatan adalah jarak dibagi dengan waktu. Persamaan untuk menentukan kecepatan adalah sebagai berikut ;

$$V = \frac{d}{t} \dots \dots \dots (2.5)$$

dimana :

V = Kecepatan (km/jam)

d = Jarak Tempuh (km)

t = Waktu Tempuh (Jam)

Kecepatan dapat dibagi dalam :

a. Kecepatan titik (Spot Speed) adalah kecepatan sesaat kendaraan berada pada titik/lokasi jalan tertentu.

b. Kecepatan rata-rata perjalanan (Average Travel Speed) dan Kecepatan perjalanan adalah total waktu tempuh kendaraan untuk suatu segmen jalan yang ditentukan. Waktu perjalanan adalah total waktu ketika kendaraan dalam kendaraan bergerak (berjalan) untuk menem[uh suatu segmen jalan.

c. Kecepatan rata-rata ruang (Space Mean Speed) adalah kecepatan rata-rata kendaraan disepanjang jalan yang diamati.

$$\sum = \frac{3,6 nd}{\sum t} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

V_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

d = Jarak Tempuh (meter)

t = Waktu Tempuh (detik)

n = Jumlah Kendaraan yang diamati

d. Kecepatan rata-rata waktu (Time Mean Speed) adalah kecepatan rata-rata yang menggambarkan kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati titik pengamatan tertentu

$$V_t = \frac{\sum v}{n} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana :

V_t = Kecepatan rata-rata waktu(km/jam)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

n = Jumlah kendaraan yang diamati

2.13 Model gravity

Model *gravity* sebagai ukuran aksebilitas (kemudahan) menjelaskan informasi sebaran panjang pergerakan dalam proses penentuan metode analisis sebaran pergerakan. Menjelaskan beberapa hal dan kondisi yang perlu di perhatikan dalam menggunakan model *gravity (GR)* yaitu dapat diturunkan dengan menggunakan pendekatan entropi – maksimum.

Metode sintetis (interaksi spesial) yang paling terkenal dan sering digunakan adalah model *gravity (GR)*, karena sangat sederhana sehingga mudah di mengerti dan digunakan. Model ini menggunakan konsep *gravity* yang diperkenalkan oleh Newton pada tahun 1686 yang di kembangkan dari analogi hukum gravitasi.

$$F_{id} = G \frac{m_i \times m_d}{d_{id}^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$T_{id} = K \frac{O_i \times O_d}{d_{id}^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

K = konstanta

Dikatakan bahwa pergerakan antara zona asal i dan zona tujuan d berbanding lurus dengan O_i dan D_d dan berbanding terbalik kuadratis terhadap jarak antara kedua zona tersebut.

$$T_{id} = O_i \times D_d \times f(C_{id}) \dots\dots\dots(2.10)$$

Batasan $T_{id} =$

$$\sum T_{id} = O_i \dots \dots \dots (2.11)$$

O_i dan D_d menyatakan jumlah pergerakan yang berasal dari zona i dan berakhir di zona d . Penjumlahan sel MAT menurut ‘baris’ menghasilkan total pergerakan yang berasal dari setiap zona, sedangkan penjumlahan menurut ‘kolom’ menghasilkan total pergerakan yang menuju ke setiap zona.

$$T_{id} = O_i \times D_d \times A_i \times B_d \times f(C_{id}) \dots \dots \dots (2.12)$$

$$A_i = \frac{1}{\sum(B_d \times D_d \times f_{id})} \text{ dan } B_d = \frac{1}{\sum(A_i \times O_i \times f_{id})} \dots \dots \dots (2.13)$$

Menjelaskan bahwa pendekatan entropi – maksimum dapat digunakan untuk menurunkan model *gravity*. Menjelaskan bahwa hampir semua model sebaran pergerakan dapat diturunkan dengan merumuskan permasalahan yang ada dalam kerangka pemrograman matematis, misalnya memaksimumkan fungsi entropi dengan batasan linier dapat menjelaskan bagaimana suatu sistem transportasi berperilaku.

2.13.1 Jenis Model Gravity

a. Tanpa batasan atau *unconstrained-gravity* (UCGR)

Model ini sedikitnya memiliki satu batasan, yaitu total pergerakan yang dihasilkan harus sama dengan total pergerakan yang diperkirakan dari tahap bangkitan pergerakan.

Tabel 2. 32 Bangkitan dan tarikan pergerakan pada setiap zona

Zona	1	2	3	4	O _i
1					200
2					300
3					350
4					150
D _d	300	200	150	350	1000

Sumber: Ofyar Z Tamin

b. Dengan batasan bangkitan (PCGR)

Pada model PCGR total pergerakan global hasil bangkitan pergerakan harus sama dengan total pergerakan yang dihasilkan dengan pemodelan; begitu juga, bangkitan pergerakan yang dihasilkan model harus sama dengan hasil bangkitan pergerakan yang diinginkan. Akan tetapi tarikan tidak perlu sama. Model PCGR memiliki persamaan yang sama dengan persamaan dengan nilai $B_d = 1$ untuk seluruh d dan $\sum_i = d_i d_i f D B A_i 1$ untuk seluruh i . Bila persamaan tersebut digunakan dalam matriks asal tujuan MAT maka persyaratan dalam model PCGR akan terpenuhi, yaitu total pergerakan yang didapat dari hasil model t harus sama dengan total pergerakan yang didapat dari hasil bangkitan pergerakan T . Model PCGR biasanya digunakan untuk perjalanan berbasis rumah, dengan berbagai tujuan pergerakan.

c. Model dengan-batasan-tarikan (ACGR)

Universitas Sumatera Utara 29 Pada model ACGR total pergerakan secara global harus sama dan tarikan pergerakan yang didapat dengan pemodelan harus sama dengan hasil tarikan pergerakan yang diinginkan. Sebaliknya,

bangkitan pergerakan yang didapat dengan pemodelan tidak harus sama. Model ACGR memiliki persamaan yang sama dengan persamaan 2.2 dengan nilai $A_i = 1$ untuk seluruh i dan $\sum = d$ untuk seluruh d . Hasil akhir dalam penggunaan model ini menunjukkan bahwa total pergerakan yang dihasilkan model t harus sama dengan total pergerakan yang didapat dari hasil bangkitan pergerakan T , dan memperlihatkan bahwa total pergerakan yang menuju ke setiap zona asal selalu sama dengan total pergerakan yang tertarik yang dihasilkan oleh tahap bangkitan pergerakan. Model ACGR dapat digunakan untuk perjalanan berbasis rumah, baik untuk perjalanan dengan tujuan bekerja maupun pendidikan karena lebih mudah dispesifikasi dan dikalibrasi.

2.14 Metode Analisis Regresi – Linear

Tamin (1985,1988abcd,1997a,2000a,2003), menerangkan bahwa metode analisis – regresi – linear dapat digunakan untuk mengkalibrasi parameter model *gravity* yang merupakan suatu fungsi tidak – linear.

Secara umum, proses transformasi linear dibutuhkan untuk mengubah fungsi tidak – linear menjadi fungsi linear. Selanjutnya, metode analisis – regresi akan digunakan untuk mengkalibrasi parameter model yang tidak diketahui.

2.14.1 Fungsi Hambatan Eksponensial-Negatif

Pengembangan metode Dengan mengetahui informasi $[T_{id}]$ dan $[C_{id}]$

$$T_{id} = A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d \cdot \exp(-\beta_{id}) \dots \dots \dots (2.14)$$

maka dengan menggunakan analisis regresi – linear dengan melihat persamaan parameter A dan B dapat dihitung dan dihasilkan beberapa nilai sebagai berikut : $B = -\beta$

$$A = \log_e (A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i^2) - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$A = \bar{Y} - B\bar{X} \dots \dots \dots (2.17)$$

\bar{Y} dan \bar{X} adalah nilai rata-rata dari Y_i dan X_i .

2.15. Metode Tanpa Batasan

Beberapa metode telah dikembangkan oleh para peneliti, dan setiap metode berasumsi bahwa pola pergerakan pada saat sekarang dapat diproyeksikan ke masa mendatang dengan menggunakan tingkat pertumbuhan zona yang berbeda-beda. Semua metode mempunyai persamaan seperti berikut:

$$T_{id} = t_{id} \times E \dots \dots \dots (2.18)$$

T_{id} = pergerakan pada masa mendatang dari zona i ke zona tujuan d

t_{id} = pergerakan pada masa sekarang dari zona i ke zona tujuan d

E = tingkat pertumbuhan

Metode tanpa-batasan atau metode seragam adalah metode terua dan paling sederhana. Dalam metode di asumsikan bahwa untuk keseluruhan daerah kajian hanya ada 1 (satu) nilai tingkat pertumbuhan yang digunakan untuk mengalihkan semua pergerakan pada masa mendatang secara

matematis dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut:

$$E = \frac{T}{t} \dots\dots\dots(2.19)$$

T = total pergerakan pada masa mendatang didalam daerah kajian

t = total pergerakan pada masa sekarang didalam daerah kajian

Model ini bersifat tanpa-batasan, dalam arti bahwa model ini tidak diharuskan menghasilkan total yang sama dengan total pergerakan dari dan ke setiap zona yang diperkirakan oleh tahap bangkitan pergerakan. Model tersebut dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$T_{id} = O_i . A_i . B_d . D_d . f(C_{id}) \dots\dots\dots(2.20)$$

$A_i = 1$ untuk seluruh i dan $B_d = 1$ untuk seluruh d

O_i, D_d = total pergerakan pada masa mendatang yang berasal dari zona asal i atau yang menuju ke zona tujuan d

$f(C_{id})$ = fungsi eksponensial biaya perjalanan

2.15.1 Matriks Biaya (C_{id})

Matriks biaya ialah aksesibilitas antar zona yang dapat berupa jarak, waktu tempuh, dan biaya perjalanan untuk mendapatkan biaya perjalanan dan untuk mendapatkan nilai β . Dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Exp}(-\beta C_{id}) \dots\dots\dots(2.21)$$

2.15.2 Faktor Pertumbuhan Antar Zona

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan dan sebagainya. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen (%) per tahun. (Silvia Sukirman, 1994). Dalam kajian ini faktor pertumbuhan (E) ialah antar zona dalam daerah

kajian dapat di tuliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{oi}{OI} \dots\dots\dots(2.22)$$

E = factor pertumbuhan

Oi = bangkitan pada masa mendatang

oi = bangkitan pada masa sekarang