

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Bab landasan teori ini memuat dasar-dasar teori dalam garis besar yang akan digunakan sebagai tuntunan untuk menganalisis maupun memecahkan masalah yang akan di bahas.

Beberapa hal yang akan di bahas dalam bab ini antara lain : Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP), Satuan Mobil Penumpang (SMP), Hambatan Samping, Kecepatan arus bebas (FV), Kapasitas (C), Derajat Kejenuhan (DS), Kecepatan (V) dan waktu tempuh (TT), Waktu Henti.

3.2 Ekuivalensi Satuan Mobil Penumpang (EMP)

Dalam MKJI (1997), Ekuivalensi Mobil Penumpang didefinisikan sebagai faktor yang menunjukkan pengaruh berbagai tipe kendaraan ringan terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu-lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip : $emp = 1.0$)

Nilai ekuivalensi mobil penumpang (emp) pada penelitian ini mengacu pada MKJI, 1997 yang diuraikan pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Emp untuk jalan perkotaan terbagi

Tipe jalan : Jalan Tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (knd/jam)	Emp	
		MC	
		Lebar jalur lalu-lintas (wcm)	
		< 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2ud)	0-180	0,5	0,4
	>180	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 ud)	0-3700	0,4	
	>3700	0,25	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.2 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dua satu arah

Tipe jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas perkotaan (km/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) dan Empat lajur terbagi (4/2D)	0-100	1,3	0,4
	>1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur (6/2)	1-110	1,3	0,4
	>1100	1,2	0,25

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Nilai ekivalensi untuk kendaraan tak bermotor pada penelitian ini , menurut Hobbs (1979) adalah sbb :

Tabel 3.3 Emp untuk kendaraan tak bermotor

Kelas kendaraan	Standar perkotaan	Standar pedesaan	Rancangan perempatan Bundaran	Rancangan perempatan lampu lalu lintas
Sepeda	0,33	0,5	0,5	0,2
Mobil				

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.3 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Volume lalu-lintas (MKJI,1997) diartikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu pada ruas jalan dalam satuan waktu tertentu. Arus lalu-lintas yang melewati ruas jalan tersebut terdiri dari berbagai jenis kendaraan, sehingga dalam perhitungan selanjutnya didasarkan pada satuan mobil penumpang atau disebut juga dengan smp.

Satuan Mobil Penumpang (SMP) dalam satuan waktu arus lalu-lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan smp (MKJI,1997).

3.4 Hambatan Samping (SF)

Dalam MKJI (1997), hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu-lintas dan aktivitas samping segmen jalan. Hambatan samping yang terutama berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan adalah.

- a. Pejalan kaki dengan bobot 0,5
- b. Kendaraan umum dan kendaraan lain berhenti dengan bobot 0,1
- c. Kendaraan masuk /keluar sisi jalan dengan bobot 0,7
- d. Kendaraan lambat dengan bobot 0,4

Untuk menyederhanakan peranya dalam prosedur perhitungan, tingkat hambatan samping di kelompokkan dalam lima kelas, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.4 Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

Kelas hambatan samping (SFC)	kode	Jumlah bobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman : jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 – 900	Daerah pemukiman : beberapa kendaraan umum dsb
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri : beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500 - 899	Daerah komersial : aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.5 Kecepatan Arus Bebas (FV)

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan (MKJI,1997).

Kecepatan arus bebas yang diperoleh melalui pengumpulan data di lapangan dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometri lingkungan telah di tentukan dengan metode regresi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan telah di pilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan pada arus sama dengan nol, kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor juga di berikan sebagai rujukan, sedangkan kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum sebagai berikut :

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs \dots\dots\dots 3.1$$

dimana :

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam)
- FVo = Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan pada jalan yang diamati untuk kondisi ideal (km/jam)
- FVw = Penyesuaian untuk lebar lajur (km/jam)
- FFVsf = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping
- FFVcs = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

3.5.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo)

Dalam MKJI (1997), kecepatan arus bebas dasar didefinisikan sebagai kecepatan arus bebas segmen jalan pada kondisi ideal tertentu (geometri, pola arus dan faktor lingkungan). Arus bebas dasar dapat dilihat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 3.5 kecepatan arus bebas dasar (FVo) untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	Kecepatan arus bebas dasar (FVo) (km/jam)			
	Kendaraan Ringan LV	Kendaraan Berat LH	Sepeda Motor MC	Semua Kendaraan (rata-rata)
Enam-lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga-lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57
Empat-lajur terbagi (4/2 D) atau Dua-lajur satu arah (2/1)	57	50	49	55
Empat-lajur tak terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua-lajur tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.5.2 Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur (FVw)

Dalam MKJI (1997) disebutkan bahwa penyesuaian kecepatan untuk lebar jalur lalu lintas adalah penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari lebar jalur lalu-lintas yang ada pada suatu segmen jalan. Ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.6 Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur lalu-lintas (FVw)

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif	FVw (km/jm)
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Lanjutan tabel 3.6

Empat lajur tak terbagi	Per lajur		
		3,00	-4
		3,25	-2
		3,50	0
		3,75	2
		4,00	4
Dua lajur tak terbagi	Total		
		5	-9,5
		6	-3
		7	0
		8	3
		9	4
		10	6
	11	7	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.5.3 Faktor penyesuaian kecepatan untuk hambatan samping (FFVsf)

Dalam MKJI (1997) disebutkan bahwa faktor penyesuaian kecepatan untuk hambatan samping adalah faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari adanya aktivitas samping segmen jalan sebagai fungsi lebar bahu.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.7 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas hambatan samping (FFsf)

Tipe jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,03	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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Lanjutan tabel 3.7

Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	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
	Redah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.8 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping (FFVsf) pada jalan perkotaan dengan kerib

Tipe jalan	Kelashambatan Samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerib penghalang			
		Jarak kerib penghalang Wg (m)			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat Tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Redah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.5.4 Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota (FFcs)

Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari banyaknya jumlah penduduk di suatu kota (MKJI, 1997). Besarnya faktor untuk ukuran kota ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.9 Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota (FFsc)

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,9
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,03

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.6 Kapasitas (C)

Kapasitas di definisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan persatuan jam pada kondisi tertentu (MKJI,1997). Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas di tentukan per lajur. Kapasitas (C) dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP). Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas (MKJI, 1997) adalah :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots 3.2$$

dimana :

- C = Kapasitas sesungguhnya (SMP/jam)
- C_o = Kapasitas dasar (ideal) untuk kondisi (ideal) tertentu (SMP/jam).
- FC_m = Penyesuaian lebar lajur
- FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah jalan
- FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran roda

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar (ideal) tertentu , maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar (Co).

3.6.1 Kapasitas dasar (Co)

Dalam MKJI (1997) kapasitas dasar didefinisikan sebagai kapasitas segmen jalan untuk kondisi tertentu, yang di pengaruhi oleh kondisi geometri, pola arus lalau lintas, dan faktor lingkungan. Kapasitas dasar suatu segmen jalan dinyatakan dengan satuan SMP/jam. Besarnya kapasitas dasar dalam MKJI (1997) ,dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.10 Kapasitas dasar (Co) untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Satuan
Enr.pat lajur terbagi Atau Jalan satu arah	1650	perlajur
Empat lajur tak terbagi	1500	perlajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.6.2 Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalan lalu lintas (FCw)

Dalam MKJI (1997) di sebutkan bahwa faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar lajur lalu lintas adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sebagai akibat dari besarnya lebar jalur lalu-lintas yang ada pada suatu segmen jalan. Ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.11 Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar lajur lalu lintas (FCw) pada jalan perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W _e) (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
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.6.3 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{sf})

Dalam MKJI (1997) disebutkan bahwa faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sebagai akibat dari adanya aktivitas samping segmen jalan sebagai fungsi lebar bahu, besarnya factor ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FCsf) pada jalan perkotaan dengan bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		FCsf			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,00
	M	0,92	0,95	0,98	0,98
	H	0,88	0,92	0,95	0,95
	VH	0,84	0,88	0,92	0,92
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping (FCsf) jalan perkotaan dengan kereb

Tipe jalan	Kelas hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		FCsf			
		Jarak : kereb penghalang W_g			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92

Lanjutan tabel 3.13

Tipe jalan	Kelas hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		FCsf			
		Jarak : kereb penghalang Wg			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau jalan Satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,86	0,76	0,77	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.6.4 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FCsp)

Dalam MKJI (1997) disebutkan bahwa faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisahan arah lalu-lintas (hanya jalan dua arah tak terbagi). Besarnya nilai factor ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.14 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah jalan perkotaan

Pemisahan arah sp %-%		50-50	60-40	70-30	80-20	90-10	100-0
FCsp	Dua lajur 2/2	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
	Empat lajur 4/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.6.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk ukuran Kota (FCcs)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sebagai akibat banyaknya jumlah penduduk disuatu kota (MKJI, 1997). Nilai faktor ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.15 Penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCsp)

Ukuran kota (jumlah penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (FCcs)
<0,1	0,86
0,1- 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

3.7 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (DS) menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan (DS) dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam SMP/jam, digunakan untuk analisa tingkat kinerja yang berkaitan dengan kecepatan, arus dan kapasitas (MKJI, 1997), Derajat kejenuhan (DS) dirumuskan sebagai berikut :

$$DS = Q / C \dots\dots\dots 3.3$$

Dimana :

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (SMP/jam)
- C = Kapasitas (SMP/jam)

3.8 Kecepatan (V) dan Waktu tempuh (TT)

Kecepatan yang digunakan dalam analisa menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) adalah kecepatan tempuh, kecepatan tempuh ini digunakan sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan karena mudah dimengerti dan diukur.

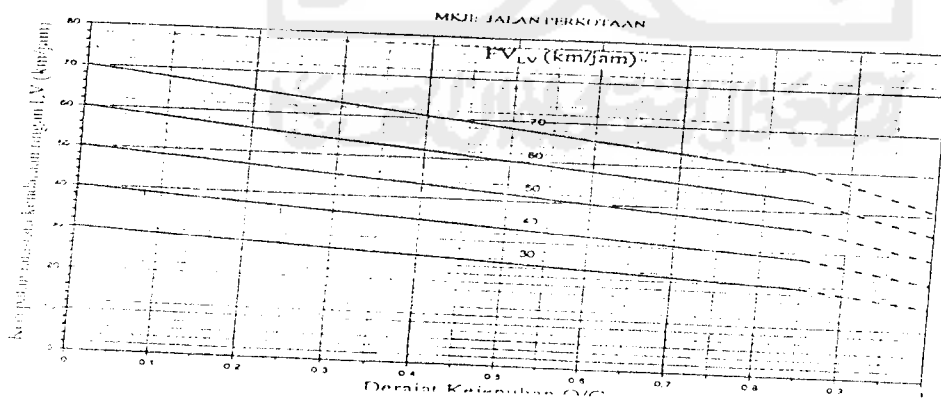
Dalam MKJI (1997) kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu-lintas dihitung dari panjang ruas jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang lewat ruas jalan tersebut, kecepatan tempuh adalah kecepatan pada keadaan lalu-lintas dan geometri sesungguhnya (V_{lv}), yang besarnya dapat ditentukan dengan menggunakan Gambar 3.1 dan atau Gambar 3.2 yaitu grafik kecepatan sebagai fungsi derajat kejenuhan pada jalan perkotaan.

Waktu tempuh (TT) adalah waktu rata-rata yang dipergunakan kendaraan untuk menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu henti, waktu tempuh rata-rata kendaraan didapat dari membandingkan panjang segmen jalan L (km) dengan kecepatan sesungguhnya V_{lv} (km/jam) MKJI (1997). Hubungan antara kecepatan tempuh dengan waktu tempuh dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

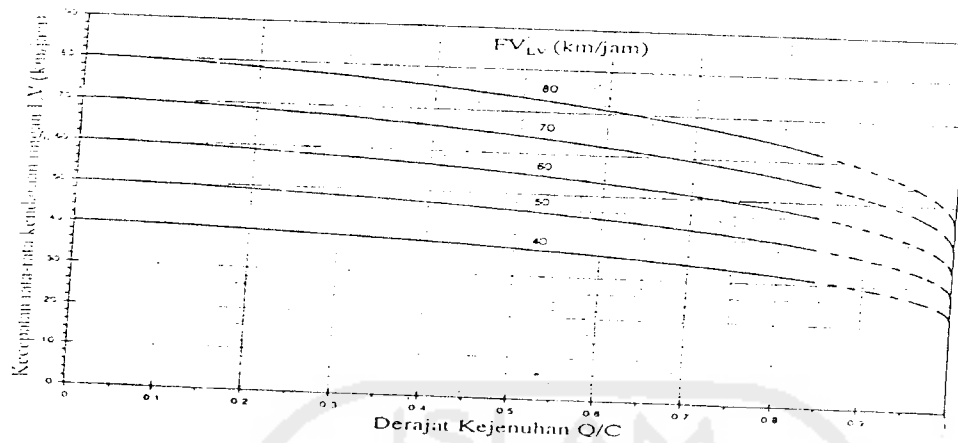
$$V = L/TT \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana :

- V = Kecepatan rata-rata LV (km/jam)
- L = Panjang segmen (km)
- TT = Waktu tempuh rata-rata LV panjang segmen (jam).



Gambar 3.1 Kecepatan sebagai fungsi dari Q/C untuk jalan 2/2 UD



Gambar 3.2 Kecepatan sebagai fungsi dari Q/C untuk empat lajur

