

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah dasar informasi yang di perlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman, 1994).

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

1. Kendaraan ringan (LV)

Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (mobil penumpang, pick-up mikrobis, dan truk kecil).

2. Kendaraan berat (HV)

Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi).

3. Sepeda motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (sepeda motor dan kendaraan roda 3).

Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan, kemudian diubah menjadi satuan mobil penumpang (emp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) sesuai dengan jenis

kendaraannya masing-masing. Penentuan nilai ekivalensi mobil penumpang seperti pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Perkotaan

Tipe jalan : Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas Total dua-arah	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
			≤6	>6
Dua-lajur tak terbagi (2/2UD)	0	1.3	0.5	0.4
	≥1800	1.2	0.35	0.25
Empat-lajur tak terbagi (4/2UD)	0	1.3	0.4	
	≥3700	1.2	0.25	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

$$Q_{smp} = [(emp\ LV \times LV) + (emp\ HV \times HV) + (emp\ MC \times MC)] \dots \dots (3 - 1)$$

Keterangan :

Q = volume kendaraan bermotor (smp/jam),

emp = nilai Ekivalensi,

$emp\ LV$ = nilai ekivalensi mobil penumpang untuk kendaraan ringan,

$emp\ HV$ = nilai ekivalensi mobil penumpang untuk kendaraan berat,

$emp\ MC$ = nilai ekivalensi mobil penumpang untuk sepeda motor,

LV = notasi untuk kendaraan ringan,

HV = notasi untuk kendaraan berat,

MC = notasi untuk sepeda motor.

Faktor satuan mobil penumpang dapat dihitung dengan rumus :

$$F_{smp} = \frac{Q_{smp}}{Q_{kend}} \dots \dots \dots (3 - 2)$$

Keterangan :

F_{smp} = faktor satuan mobil penumpang,

Q_{smp} = volume kendaraan bermotor,

Q_{kend} = volume kendaraan bermotor (kendaraan/jam).

3.2 Kecepatan Waktu Tempuh

Kecepatan waktu tempuh kendaraan digunakan untuk ukuran utama kinerja ruas jalan. Kecepatan waktu tempuh dapat didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan (LV) di sepanjang segmen jalan (MKJI, 1997).

Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{L}{TT} \dots \dots \dots (3 - 3)$$

Keterangan :

V = kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam),

L = panjang segmen jalan (km),

TT = waktu tempuh rata-rata LV sepanjang segmen jalan (jam).

3.3 Waktu Tempuh

Waktu tempuh dapat diartikan sebagai waktu yang diperlukan oleh kendaraan untuk melewati suatu ruas jalan yang merupakan perbandingan antara

panjang jalan dengan kecepatan kendaraan (MKJI, 1997). Waktu tempuh kendaraan untuk melewati suatu ruas jalan dapat dihitung dengan rumus sebagai :

$$TT = \frac{L}{V} \dots \dots \dots (3 - 4)$$

Keterangan :

- TT = waktu tempuh (jam),
 L = panjang jalan (km),
 V = kecepatan (km/jam).

3.4 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas adalah kecepatan pada tingkat arus nol yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor yang lain di jalan. Menurut (MKJI, 1997), kecepatan arus bebas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FV = (Fvo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs \dots \dots \dots (3 - 5)$$

Keterangan :

- FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam),
 Fvo = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam),
 FVw = penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam),
 $FFVsf$ = faktor penyesuaian hambatan samping,
 $FFVcs$ = faktor penyesuaian ukuran kota.

3.4.1 Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (FV_0)

Nilai faktor penyesuaian kecepatan arus bebas dasar menurut (MKJI, 1997) dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV_0)

Tipe Jalan	Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV_0) (km/jam)			
	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Semua Kendaraan (rata-rata)
Enam-lajur terbagi (6/2D) atau tiga-lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57
Empat-lajur terbagi (4/ D) atau dua-lajur satu arah(2/1)	57	50	47	55
Empat-lajur tak terbagi (4/2UD)	53	46	43	52
Dua-lajur tak terbagi (2/2UD)	44	40	40	42

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.4.2 Faktor Penyesuaian Arus Bebas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas

(FV_w)

Nilai dari faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FV_w) menurut (MKJI, 1997), dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Faktor Jalan Penyesuaian Arus Bebas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FV_w)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_c)(m)	FV_w (km/jam)
Empat-lajur-terbagi atau jalan satu-arah	Per jalur	
	3.00	-4
	3.25	-2

Lanjutan Tabel 3.3

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_c)(m)	FV _w (km/jam)
	3.50	0
	3.75	2
	4.00	4
Empat-lajur tak terbagi	Per jalur	
	3.00	-4
	3.25	-2
	3.50	0
	3.75	2
	4.00	4
Dua-lajur tak terbagi	Per jalur	
	5	-9.5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.4.3 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan samping

(FFV_{SF})

Menurut (MKJI, 1997), nilai faktor hambatan samping (FV_{SF}) dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan Samping (FFV_{SF})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian 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 4/2D	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

Lanjutan Tabel 3.4

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian 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 tak terbagi 4/2UD	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 2/2UD atau jalan satu-arah	Sangat rendah	1.00	1.01	1.01	1.01
	Rendah	0.96	0.98	0.99	1.00
	Sedang	0.91	0.96	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 1997

3.4.4 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Ukuran Kota

(FFC_{cs})

Menurut (MKJI, 1997), nilai faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Faktor Penyesuaian Arus Bebas untuk Ukuran Kota
(FFV_{cs})

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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.5 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan dipengaruhi oleh lima hal yakni faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas, pemisah arah, kapasitas dasar, hambatan samping dan ukuran kota (MKJI, 1997). Kapasitas jalan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots \dots \dots (3 - 6)$$

Keterangan :

- C = kapasitas,
- C_O = kapasitas dasar (smp/jam),
- FC_W = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas,
- FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisah arah,
- FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping,
- FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

3.5.1 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_O)

Menurut (MKJI, 1997), faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan (C_O)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.5.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Menurut (MKJI, 1997), nilai faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_C) (m)	(FC_w)
Empat-lajur terbagi atau jalan satu-arah	Per jalur	
	3.00	0,92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.04
Empat-lajur tak-terbagi	Per jalur	
	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 1997*

3.5.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah

Menurut (MKJI, 1997), faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah (FC_{SP})

Pemisah arah SP % - %		50 - 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
(FC_{SP})	Dua-lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat-lajur 4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.95

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3.5.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping menurut (MKJI, 1997) dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{SF})			
		Lebar Bahu Efektif W_s			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2.0 m
Empat-lajur terbagi 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
Empat-lajur tak terbagi 4/2UD	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
Dua-lajur tak terbagi 2/2UD 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 1997

Keterangan :

- VL = kelas hambatan samping sangat rendah,
- L = kelas hambatan samping rendah,
- M = kelas hambatan samping sedang,
- H = kelas hambatan samping tinggi,
- VH = kelas hambatan samping sangat tinggi.

3.5.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Menurut (MKJI, 1997), faktor penyesuaian kapasitas untuk kota dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota
<0.1	0.86
0.1 – 0.5	0.90
0.5 – 1.0	0.94
1.0 – 3.0	1.00
>3	1.04

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.6 Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan dampak yang terjadi pada kinerja lalu lintas akibat adanya aktifitas pada segmen jalan tersebut seperti pejalan kaki, kendaraan umum atau kendaraan lain berhenti, kendaraan masuk dan keluar pada sisi jalan dan kendaraan dengan yang bergerak dengan lambat. Adapun beberapa faktor yang

mempengaruhi nilai kelas hambatan samping menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang ditunjukkan sebagai berikut :

1. pejalan kaki (bobot = 0.5),
2. kendaraan berhenti (bobot = 1.0),
3. kendaraan masuk dan keluar pada sisi jalan (bobot = 0.7),
4. kendaraan lambat (bobot = 0.4).

Untuk tingkat hambatan samping jalan perkotaan dapat ditentukan pada Tabel 3.11 dan 3.12 berikut.

Tabel 3.11 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Perkotaan

Kondisi Khas	Simbol	Frekuensi Berbobot dari Kejadian Hambatan Samping per 200 m/jam (Dua Sisi)	Kelas Hambatan Samping
Pemukiman, hampir tidak ada kegiatan	VL	<100	Sangat Rendah
Pemukiman, beberapa angkutan umum, dll	L	100 – 299	Rendah
Daerah industri dengan toko di sisi jalan	M	300 – 499	Sedang
Daerah niaga dengan aktifitas sisi jalan yang tinggi	H	500 – 899	Tinggi
Daerah niaga dengan aktifitas pasar di sisi jalan yang sangat tinggi	VH	>900	Sangat Tinggi

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 3.12 Kelas Hambatan Samping untuk Jalan Terbagi atau Jalan Satu Arah

Tipe Jalan : Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu-lintas per Lajur (Kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua-lajur Satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0 ≥ 1050	1,3 1,2	0,4 0,25
Tiga-lajur Satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0 ≥ 1100	1,3 1,2	0,4 0,25

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

3.7 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menurut (MKJI, 1997), didefinisikan sebagai ratio terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan, rumus yang digunakan untuk menghitung Derajat Kejenuhan (DS) adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (3 - 7)$$

Keterangan :

DS = derajat kejenuhan,

Q = arus lalu lintas (smp/jam),

C = kapasitas (smp/jam).

3.8 Tingkat Pelayanan

Menurut Edward K. Morlok ; John K. Hainin tahun 1986, pengertian tentang tingkat pelayanan (*level of service*) ruas jalan digambarkan melalui hubungan antara derajat kejenuhan (DS) dan kelancaran perjalanan. Nilai DS tersebut menggambarkan tingkat penggunaan ruang jalan pada periode waktu

tertentu. Dari Tabel 3.13 diketahui bahwa tingkat pelayanan minimum yang dapat ditolerir adalah LoS C sedangkan upaya peningkatan kinerja ruas jalan sudah diperlukan apabila kinerjanya sudah berada dalam LoS D. Untuk menghitung tingkat pelayanan (LOS) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LOS = \frac{V}{C} \dots \dots \dots (3 - 8)$$

Keterangan :

- LOS* = tingkat pelayanan jalan,
V = volume lalu lintas (smp/jam),
C = kapasitas ruas jalan (smp/jam).

Tabel 3.13 Nilai Tingkat Pelayanan

Level of Service	Karakteristik	Batas lingkup V/C
A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi; pengemudi dapat memilih bebas kecepatan yang diinginkan	0,00 – 0,19
B	Arus stabil, kecepatan sedikit dibatasi oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalur luar kota	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan dapat dipakai untuk mendesain jalan perkotaan	0,45 – 0,74
D	Arus mulai terganggu, kecepatan rendah, volume pelayan berkaitan dengan kapasitas maksimal	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda bahkan sering berhenti sama sekali, volume mendekati kapasitas	0,85 – 1,00
F	Arus mulai terhambat (dipaksakan) atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah dan sering berhenti, antrian yang panjang terjadi dan terjadi hambatan besar	> 1,00

Sumber : Edward K. Morlok ; John K. Hainin ; 1986