

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0 km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian. Pada saat terjadinya kemacetan, nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan akan ditinjau dimana kemacetan akan terjadi bila nilai derajat kejenuhan mencapai lebih dari 0,5 (MKJI, 1997).

Jika arus lalu lintas mendekati kapasitas, kemacetan mulai terjadi. Kemacetan semakin meningkat apabila arus begitu besarnya sehingga kendaraan sangat berdekatan satu sama lain. Kemacetan total terjadi apabila kendaraan harus berhenti atau bergerak sangat lambat (Ofyar Z Tamin, 2000).

Lalu-lintas tergantung kepada kapasitas jalan, banyaknya lalu-lintas yang ingin bergerak, tetapi kalau kapasitas jalan tidak dapat menampung, maka lalu-lintas yang ada akan terhambat dan akan mengalir sesuai dengan kapasitas jaringan jalan maksimum (Budi D.Sinulingga, 1999).

Kemacetan lalu lintas pada ruas jalan raya terjadi saat arus kendaraan lalu lintas meningkat seiring bertambahnya permintaan perjalanan pada suatu periode tertentu serta jumlah pemakai jalan melebihi dari kapasitas yang ada (Meyer et al ,1984).

B. Dampak Negatif Kemacetan

Menurut Santoso (1997), kerugian yang diderita akibat dari masalah kemacetan ini apabila dikuantifikasikan dalam satuan moneter sangatlah besar, yaitu kerugian karena waktu perjalanan menjadi panjang dan makin lama, biaya operasi kendaraan menjadi lebih besar dan polusi kendaraan yang dihasilkan makin bertambah. Pada kondisi macet kendaraan merangkak dengan kecepatan yang sangat rendah, pemakaian bbm menjadi sangat boros, mesin kendaraan menjadi lebih cepat aus dan buangan kendaraan yang dihasilkan lebih tinggi kandungan konsentrasinya. Pada kondisi kemacetan pengendara cenderung menjadi tidak sabar yang menjurus ke tindakan tidak disiplin yang pada akhirnya memperburuk kondisi kemacetan lebih lanjut lagi.

Menurut Etty Soesilowati (2008), secara ekonomis, masalah kemacetan lalu lintas akan menciptakan biaya sosial, biaya operasional yang tinggi, hilangnya waktu, polusi udara, tingginya angka kecelakaan, bising, dan juga menimbulkan ketidaknyamanan bagi pejalan kaki.

Menurut Tamin (2000:493), masalah lalu lintas atau kemacetan menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi pemakai jalan, terutama dalam hal pemborosan waktu (tundaan), pemborosan bahan bakar, pemborosan tenaga dan rendahnya kenyamanan berlalulintas serta meningkatnya polusi baik suara maupun polusi udara.

C. Transportasi

Pengertian transportasi menurut Morlok (1981) adalah memindahkan atau mengangkut dari suatu tempat ke tempat lain. Menurut Bowersox (1981), definisi transportasi adalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu lokasi ke lokasi lain, dengan produk yang digerakkan atau dipindahkan ke lokasi yang dibutuhkan atau diinginkan. Steenbrink mendefinisikan sebagai perpindahan orang atau barang menggunakan kendaraan atau lainnya, tempat-tempat yang dipisahkan secara geografis.

Pengertian transportasi menurut Papacostas (1987), transportasi didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri dari fasilitas tertentu beserta arus dan sistem kontrol yang memungkinkan orang atau barang dapat berpindah dari suatu tempat ketempat lain secara efisien dalam setiap waktu untuk mendukung aktifitas manusia.

Transportasi dikatakan baik, apabila perjalanan cukup cepat, tidak mengalami kemacetan, frekuensi pelayanan cukup, aman, bebas dari kemungkinan kecelakaan dan kondisi pelayanan yang nyaman. Untuk mencapai kondisi yang ideal seperti ini, sangat ditentukan oleh berbagai faktor yang menjadi komponen transportasi ini, yaitu kondisi prasarana (jalan), sistem jaringan jalan, kondisi sarana (kendaraan) dan sikap mental pemakai fasilitas transportasi tersebut (Budi D. Sinulingga, 1999).

Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, yaitu darimana kegiatan pengangkutan dimulai dan ke tempat tujuan, yaitu dimana kegiatan pengangkutan diakhiri. Transportasi bukanlah tujuan, melainkan sarana untuk mencapai tujuan sementara kegiatan masyarakat sehari-hari, bersangkutan paut dengan produksi

barang dan jasa untuk mencukupi kebutuhan yang beraneka ragam. Kegiatan transportasi terwujud menjadi pergerakan lalu lintas antara dua guna lahan, karena proses pemenuhan kebutuhan yang tidak terpenuhi ditempat asal (Nasution,1996).

D. Jalan Perkotaan

Pengertian jalan perkotaan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Termasuk jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, maupun jalan didaerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 dengan perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Tipe jalan pada jalan perkotaan adalah sebagai berikut ini.

1. Jalan dua lajur dua arah (2/2 UD).
2. Jalan empat lajur dua arah.
 - a. Tak terbagi (tanpa median) (4/2 UD).
 - b. Terbagi (dengan median) (4/2 D).
3. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
4. Jalan satu arah (1-3/1).

Menurut *Highway Capacity Manual* (HCM) 1994, jalan perkotaan dan jalan luar kota adalah jalan bersinyal yang menyediakan pelayanan lalu lintas sebagai fungsi utama, dan juga menyediakan akses untuk memindahkan barang sebagai fungsi pelengkap.

E. Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi yang dinilai oleh pembina jalan. Perilaku lalu lintas pada ruas jalan meliputi kapasitas, waktu tempuh, dan kecepatan tempuh rata-rata (MKJI 1997).

1. Kapasitas Jalan

Kapasitas suatu ruas jalan dalam suatu sistem jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun dua arah) dalam periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum (Oglesby dan Hicks, 1993).

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 ditentukan per lajur.

Kapasitas merupakan salah satu ukuran kinerja lalu lintas pada saat arus lalu lintas maksimum dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan pada kondisi tertentu (MKJI, 1997).

Menurut HCM 1994, kapasitas didefinisikan sebagai penilaian pada orang atau kendaraan masih cukup layak untuk memindahkan sesuatu, atau keseragaman segmen jalan selama spesifikasi waktu dibawah lalu lintas dan jam sibuk.

2. Kecepatan dan Waktu Tempuh

Kecepatan dinyatakan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak persatuan waktu (km/jam) (F.D Hobbs, 1995).

Pada umumnya kecepatan dibagi menjadi tiga jenis sebagai berikut ini.

- a. Kecepatan setempat (*Spot Speed*), yaitu kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan.
- b. Kecepatan bergerak (*Running Speed*), yaitu kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.
- c. Kecepatan perjalanan (*Journey Speed*), yaitu kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dan merupakan jarak antara dua tempat dibagi dengan lama waktu kendaraan menyelesaikan perjalanan antara dua tempat tersebut.

MKJI menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan. Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas dari panjang ruas jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan tersebut. (MKJI 1997).

Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata dari perhitungan lalu lintas yang dihitung berdasarkan panjang segmen jalan dibagi dengan waktu tempuh rata-rata kendaraan dalam melintasinya (HCM, 1994).

Sedangkan waktu tempuh (TT) adalah waktu total yang diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu berhenti dan tundaan pada simpang. Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk beristirahat dan perbaikan kendaraan (MKJI, 1997).

Waktu tempuh merupakan waktu rata-rata yang dihabiskan kendaraan saat melintas pada panjang segmen jalan tertentu, termasuk di dalamnya semua waktu henti dan waktu tunda (HCM, 1994).

F. Kinerja Jalan

Kinerja jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 1997, adalah suatu ukuran kuantitatif yang menerangkan tentang kondisi operasional jalan seperti kerapatan atau persen waktu tundaan. Kinerja jalan pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh dan kebebasan bergerak.

Unjuk kerja atau tingkat pelayanan jalan merupakan indikator yang menunjukkan tingkat kualitas lalu lintas. Menurut MKJI 1997 dalam Fathoni, M dan Buchori, E, 2004 tingkat pelayanan jalan (*Level of service*) dinyatakan sebagai berikut:

- a. Kondisi operasi yang berbeda yang terjadi pada lajur jalan ketika mampu menampung bermacam-macam volume lalu lintas.
- b. Ukuran kualitas dari pengaruh faktor aliran lalu lintas, kenyamanan pengemudi, waktu perjalanan, hambatan, kebebasan manuver dan secara tidak langsung biaya operasi dan kenyamanan.

Unjuk kerja lalu lintas pada ruas jalan perkotaan dapat ditentukan melalui nilai VC ratio atau perbandingan antara volume kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut pada rentang waktu tertentu dengan kapasitas ruas jalan tersebut yang tersedia untuk dapat dilalui kendaraan pada rentang waktu tertentu. Semakin besar nilai perbandingan tersebut maka unjuk kerja pelayanan lalu lintas akan

semakin buruk dan berpengaruh pada kecepatan operasional kendaraan yang merupakan bentuk fungsi dari besaran waktu tempuh kendaraan. Nilai VC ratio dapat dibuat interval untuk mengklasifikasikan tingkat pelayanan ruas jalan.

Di Indonesia, kondisi pada tingkat pelayanan (LOS) diklasifikasikan atas berikut ini.

1. Tingkat Pelayanan A

- a. Kondisi arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi.
- b. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan kondisi fisik jalan.
- d. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.

2. Tingkat Pelayanan B

- a. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.
- b. Kepadatan lalu lintas rendah, hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan.
- c. Pengemudi masih cukup punya kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.

3. Tingkat Pelayanan C

- a. Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi.
- b. Kepadatan lalu lintas meningkat dan hambatan internal meningkat.

- c. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.

4. Tingkat Pelayanan D

- a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
- b. Kepadatan lalu lintas sedang fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
- c. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang sangat singkat.

5. Tingkat Pelayanan E

- a. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah.
- b. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
- c. Pengemudi mulai merasakan kemactan-kemacetan durasi pendek.

6. Tingkat Pelayanan F

- a. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang.
- b. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
- c. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0.

Formulir yang digunakan untuk menilai kinerja jalan yaitu formulir UR-1 untuk data umum dan data geometrik jalan, UR-2 untuk arus lalu lintas serta UR-3 untuk analisa kecepatan dan kapasitas jalan.

G. Komposisi Lalu Lintas

Nilai arus lalu lintas mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (SMP). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (EMP). Nilai normal untuk komposisi lalu lintas diperlihatkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Nilai normal komposisi lalu lintas

Nilai normal untuk komposisi lalu lintas:			
Ukuran kota	LV %	HV %	MC %
< 0,1 juta penduduk	45	10	45
0,1 – 0,5 juta penduduk	45	10	45
0,5 – 1,0 juta penduduk	53	9	38
1,0 – 3,0 juta penduduk	60	8	32
> 3,0 juta penduduk	69	7	24

Sumber: MKJI 1997: Hal. 5-37

Ekivalensi mobil penumpang (EMP) untuk kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC) diperoleh dengan masukan adalah tipe jalan seperti terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 EMP untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan:	Arus lalu lintas per jalur (Kend/jam)	EMP	
		HV	MC
Jalan satu arah dan jalan terbagi			
Dua Lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0,40
Empat lajur terbagi (4/2D)	> 1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,40
Enam lajur terbagi (6/2 D)	> 1100	1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997: Hal. 5-38

H. Kecepatan Arus Bebas

Untuk kecepatan arus bebas sesungguhnya dipakai berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$FV = (Fvo + Fvw) * FFsf * FFVcs \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (Km/jam)

FVw : Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (Km/jam)

Fvo : Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan (Km/jam)

FFVcs : Penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

FFVsf : Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu

Untuk jalan tak terbagi, analisis kecepatan arus bebas dilakukan pada kedua arah lalu lintas. Untuk jalan terbagi, analisis dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

1. Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo)

Berdasarkan MKJI 1997, kecepatan arus bebas dasar (FV_0) diperoleh dengan variabel masukannya adalah tipe jalan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FVo) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan arus bebas dasar Fvo (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 (4/2 D) atau dua lajur satu arah (2/1)	57	50	47	53
Empat lajur tak terbagi (4/2UD)	53	46	53	51
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber : MKJI 1997 : Hal. 5-44

2. Penyesuaian Lebar Jalur Lalu lintas Efektif (FV_w)

Penyesuaian jalur lalu lintas efektif merupakan penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari lebar jalur lalu lintas yang ada pada segmen suatu jalan (MKJI, 1997). Variabel masukan yang digunakan adalah tipe jalan, dan lebar jalur lalu lintas efektif (W_c) seperti yang terlihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk 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
	4,00	4
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	Per Lajur	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber : MKJI 1996 : Hal. 5-45

3. Faktor Penyesuaian Kecepatan untuk Ukuran Kota (FFVcs)

Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota merupakan faktor penyesuaian arus bebas dasar yang merupakan akibat dari banyak populasi penduduk suatu kota (MKJI 1997). Faktor penyesuaian kecepatan berdasarkan ukuran kota diperoleh dari Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Faktor penyesuaian FFVcs untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

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
>3,0	1,03

Sumber : MKJI 1997 : Hal. 5-48

I. Kapasitas (C)

Berdasarkan MKJI 1997, kapasitas ruas jalan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini.

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

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar lajur

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

1. Kapasitas Dasar (Co)

Berdasarkan MKJI 1997, kapasitas dasar (Co) ditentukan berdasarkan Nilai Kapasitas Dasar dengan variabel masukan tipe jalan. Kapasitas dasar diperoleh dari Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Kapasitas dasar Co untuk jalan perkotaan

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 : MKJI 1997 : Hal. 5-50

2. Faktor Penyesuaian Lebar Lajur

Berdasarkan MKJI 1997, faktor penyesuaian lebar lajur (FCw) ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) seperti pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Penyesuaian kapasitas FCw untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan perkotaan

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	1,34	
Dua lajur tak terbagi	Per Lajur		
	5	0,56	
	6	0,87	
	7	1,00	
	8	1,14	
	9	1,25	
	10	1,29	
11	1,34		

Sumber : MKJI 1997 :Hal. 5-51

3. Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCsp)

Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) hanya untuk jalan tak terbagi. MKJI 1997 memberikan faktor penyesuaian pemisah arah untuk jalan dua lajur dua arah (2/2) dan empat lajur dua arah (4/2) tak terbagi. Untuk jalan terbagi dan jalan satu arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan digunakann nilai 1,00. Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) diperoleh dari Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp)

Pemisah 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 : MKJI 1997 :Hal. 5-52

4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Berdasarkan MKJI 1997, faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta) yang akan diteliti. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs) diperoleh dari Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Faktor penyesuaian FCcs untuk pengaruh ukuran kota pada kapasitas jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kotaFCcs
<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 : MKJI 1997: Hal. 5-55

J. Penentuan Perilaku Lalu Lintas

Penentuan perilaku lalu lintas pada ruas jalan meliputi :

1. Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI 1997, derajat kejenuhan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut ini.

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2. Kecepatan (V) dan Waktu Tempuh (TT)

Hubungan antara kecepatan (V) dan waktu tempuh (TT), dinyatakan dalam persamaan berikut ini

$$V = L/TT \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

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

L = Panjang segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata LV panjang segmen jalan (jam)

3. Evaluasi Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan suatu ruas jalan, diklasifikasikan berdasarkan volume (Q) per kapasitas (C) yang dapat ditampung ruas jalan itu sendiri. Hubungan perbandingan volume dan kapasitas terhadap tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Hubungan Volume per Kapasitas (Q/C) Dengan Tingkat Pelayanan Untuk Lalu Lintas Dalam Kota

Tingkat pelayanan	Q/C	Kecepatan ideal (km/jam)
A	0,6	80
B	0,7	40
C	0,8	30
D	0,9	25
E	1	25
F	> 1	< 15

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No: KM 14 Tahun 2006

K. Persimpangan

Persimpangan merupakan suatu tempat dimana terdapat dua atau lebih jalan bertemu atau berpotongan. Setiap jalan yang memencar dari titik perpotongan atau pertemuan merupakan bagian dari persimpangan tersebut, disebut juga lengan persimpangan. Pada persimpangan sering timbul konflik yang berulang seperti tundaan dan antrian.

Karakteristik dari transportasi jalan adalah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutenya sendiri dalam jaringan transportasi yang ada (terkecuali untuk angkutan umum yang telah memiliki rute atau trayek), karena itu perlu disediakan persimpangan-persimpangan untuk menjamin keamanan dan efisiennya arus lalu lintas yang hendak pindah dari satu ruas jalan ke ruas jalan lainnya. (Irlinawati, 2008).

L. Arus Lalu Lintas Untuk Persimpangan

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik, pendekatan satuan waktu dinyatakan dalam kend/jam ; smp/jam. Perhitungan arus lalu lintas dilakukan persatuan jam untuk satu atau lebih priode, misalnya didasarkan pada kondisi arus puncak yaitu puncak pagi, siang, dan sore hari.

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri QLT, lurus QST, dan belok kanan QRT) dalam kendaraan per jam dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 11 Nilai emp untuk setiap tipe pendekatan

Jenis kendaraan	Emp untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4
Kendaraan tak bermotor (UM)	0,5	1,0

Sumber MKJI 1997

M. Arus Jenuh Persimpangan

Disebuah persimpangan menunjukkan bahwa ketika lampu hijau mulai menyala, kendaraan membutuhkan waktu beberapa saat untuk mulai bergerak dan melakukan percepatan menuju kecepatan normal, setelah beberapa detik, antrian kendaraan mulai bergerak pada kecepatan yang relative konstan, ini disebut Arus jenuh.

MKJI menjelaskan Arus jenuh biasanya dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_o) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Dimana :

S_o = Arus jenuh dasar

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping

F_G = Faktor Kelandaian Jalan

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{lt} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{rt} = Faktor penyesuaian belok kanan

- a. Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar pendekat (W_e)

$$S_o = 600 \times W_e$$

Dimana :

S_o = Arus Jenuh Dasar (smp/jam hijau)

We = Lebar efektif (m)

- b. Untuk pendekat terlawan keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa sopir-sopir di Indonesia tidak menghormati "aturan hak jalan" dari sebelah kiri yaitu kendaraan-kendaraan belok kanan memaksa menerobos lalu-lintas lurus yang berlawanan. (MKJI,1997)

N. Faktor Penyesuaian Persimpangan

Faktor penyesuaian adalah faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.

- a. Faktor penyesuaian ukuran kota

Ukuran kota adalah jumlah penduduk yang ada dalam suatu daerah perkotaan. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel berikut :

Tabel 12. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber MKJI 1997

b. Faktor penyesuaian hambatan samping

Hambatan samping adalah interaksi antara lalu lintas dan kegiatan yang terjadi di samping jalan yang mengakibatkan adanya pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat.(Irlinawati,2008)

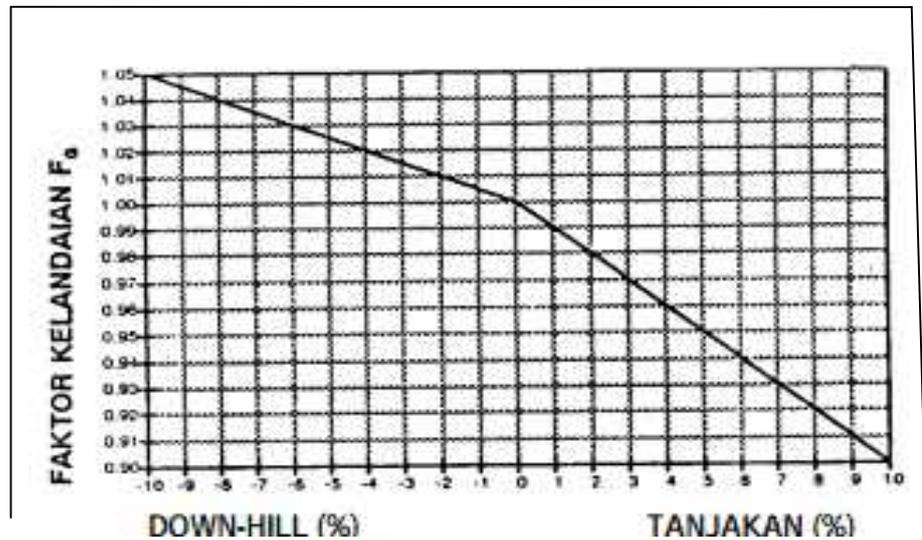
Tabel 13. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terdawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Tertindang	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terdawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Tertindang	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terdawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Tertindang	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terdawan	0,95	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Tertindang	0,95	0,94	0,92	0,90	0,86	0,84
	Sedang	Terdawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Tertindang	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terdawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,76
		Tertindang	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terdawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Tertindang	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI 1997

c. Faktor Penyesuaian Kelandaian

Faktor kelandaian ditentukan dari gambar 1.



Gambar 1. Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)

d. Faktor penyesuaian parkir

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g)/W_A]/g$$

Dimana :

L_p : jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama

(m) atau panjang dari lajur pendek

W_A : Lebar Pendekat

g : waktu hijau pada pendekat

e. Faktor penyesuaian gerakan belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan p_{RT} . Faktor penyesuaian belok kanan hanya berlaku untuk kendaraan terlindung, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

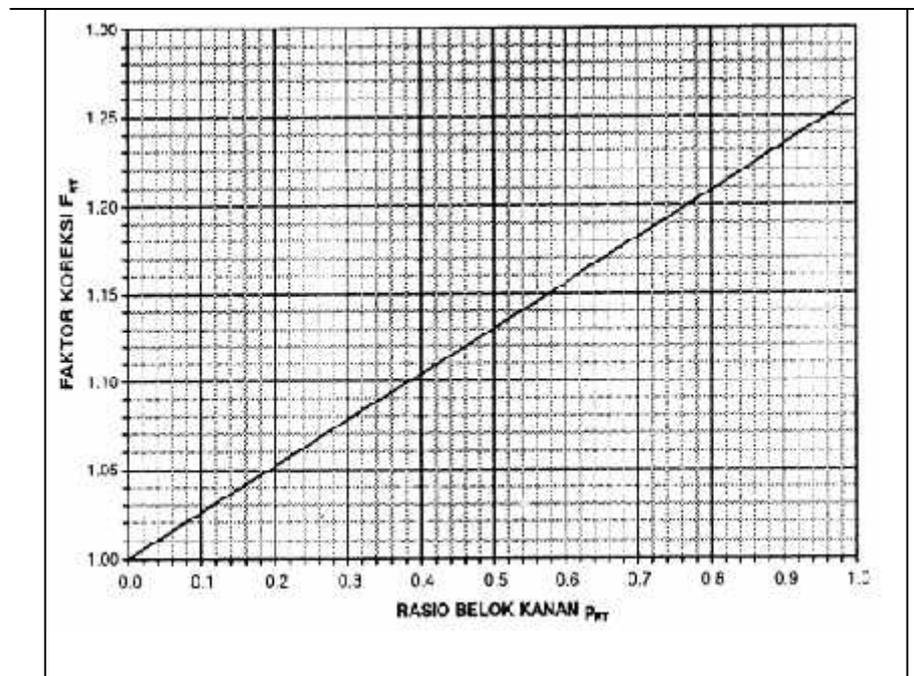
$$F_{RT} = 1,0 + p_{RT} \times 0,26$$

Dimana :

F_{RT} : faktor penyesuaian belok kanan

p_{RT} : rasio belok kanan

(MKJI,1997)



Gambar 2. Faktor penyesuaian belok kanan

f. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kiri p_{LT} . Faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

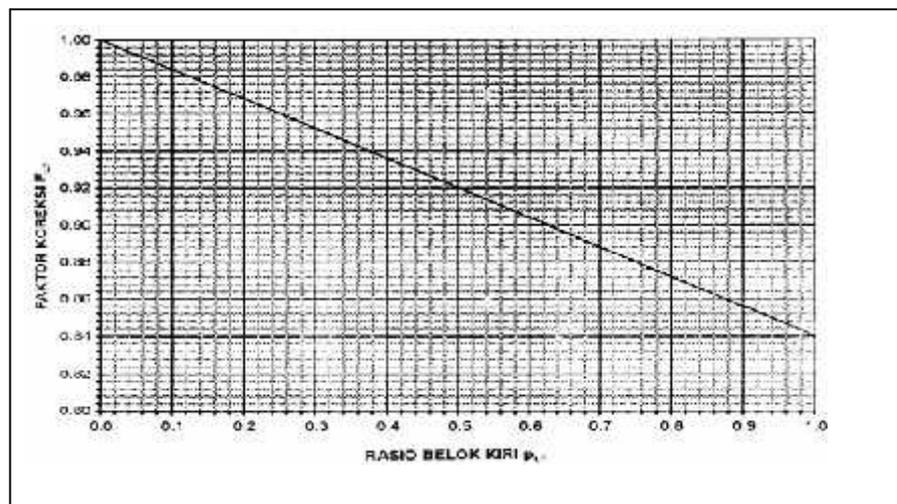
$$F_{LT} = 1,0 - p_{LT} \times 0,16$$

Dimana :

F_{LT} : faktor penyesuaian belok kiri

p_{LT} : rasio belok kiri

(MKJI,1997)



Gambar 3. Faktor penyesuaian belok kiri

O. Rasio Arus

Rasio arus (FR) adalah rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekatan. (Irlinawati, 2008).

$$FR = Q/S$$

Dimana :

FR : Rasio arus

Q : Arus lalu lintas

S : Arus jenuh

(MKJI,1997)

P. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. (MKJI, 1997)

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

- Tundaan lalu lintas (DT) yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang;
- Tundaan geometri (DG) yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

1. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas

Dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. (Irlinawati,2008)

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

Dimana :

DT : Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp).

c : Waktu siklus yang disesuaikan (det).

GR : Rasio hijau (g/c).

DS : Derajat kejenuhan.

NQ1: Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

C : kapasitas (smp/jam).

(MKJI, 1997)

2. Tundaan Geometri

Tundaan geometri adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan suatu kendaraan pada saat membelok pada persimpangan dan atau yang terhenti oleh lampu merah.

$$DG_j = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4)$$

Dimana:

DG_j : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det).

p_{sv} : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat.

p_T : Rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

(MKJI, 1997)

3. Tundaan Rata-rata Pendekat

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung dengan rumus :

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (21)$$

Dimana :

D_j : Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

DT_j : Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

DG_j : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

(MKJI, 1997)

4. Tundaan Rata-rata Seluruh Simpang

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang dihitung dengan rumus :

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{TOT}}$$

Dimana:

D_I : Tundaan rata-rata seluruh simpang (det/smp).

D_j : Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

Q : Arus lalu lintas pendekat j (det/smp).

Q_{TOT} : Arus total seluruh simpang (smp/jam).

(MKJI, 1997)

Tundaan rata-rata dapat menjadi sebuah indicator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat.