

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kinerja Lalu Lintas Jalan

Kriteria kinerja lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan nilai derajat kejenuhan atau kecepatan tempuh pada suatu kondisi jalan tertentu yang terkait dengan geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan jalan untuk kondisi eksisting maupun untuk kondisi desain. Semakin rendah nilai derajat kejenuhan atau semakin tinggi kecepatan tempuh menunjukkan semakin baik kinerja lalu lintas.

Untuk memenuhi kinerja lalu lintas yang diharapkan, diperlukan beberapa alternatif perbaikan atau perubahan jalan terutama geometrik. Persyaratan teknis jalan menetapkan bahwa untuk jalan arteri dan kolektor, jika derajat kejenuhan sudah mencapai 0,75, maka segmen jalan tersebut sudah harus dipertimbangkan untuk ditingkatkan kapasitasnya, misalnya dengan menambah lajur jalan. Untuk jalan lokal, jika derajat kejenuhan sudah mencapai 0,90, maka segmen jalan tersebut sudah harus dipertimbangkan untuk ditingkatkan kapasitasnya.

Cara lain untuk menilai kinerja lalu lintas adalah dengan melihat derajat kejenuhan eksisting yang dibandingkan dengan derajat kejenuhan desain sesuai umur pelayanan yang diinginkan. Jika derajat kejenuhan desain terlampaui oleh derajat kejenuhan eksisting, maka perlu untuk merubah dimensi penampang melintang jalan untuk meningkatkan

kapasitasnya. Untuk tujuan praktis dan didasarkan pada anggapan jalan memenuhi kondisi dasar (ideal), maka dapat disusun Tabel 3.1 untuk membantu menganalisis kinerja jalan secara cepat.

Tabel 3.1 Kondisi Dasar untuk Menetapkan Kinerja Jalan

No	Uraian	Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan			
		Jalan Sedang tipe 2/2TT	Jalan Raya tipe 4/2T	Jalan Raya tipe 6/2T	Jalan Satu-arah tipe 1/1, 2/1, 3/1
1	Lebar Jalur lalu lintas(m)	7,0	4x3,5	6x3,5	2x3,5
2	Lebar bahu efektif di kedua sisi(m)	1,5	Tanpa bahu, tetapi dilengkapi kereb di kedua sisinya		2,0
3	Jarak terdekat kereb ke penghalang (m)	-	2,0	2,0	2,0
4	Median	Tidak ada	Ada, tanpa bukaan	Ada, tanpa bukaan	-
5	Pemisahan arah (%)	50-50	50-50	50-50	-
6	Kelas Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
7	Ukuran kota, Juta jiwa	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0
8	Tipe alinemen jalan	Datar	Datar	Datar	Datar
9	Komposisi KR:KB:SM	60%:8%:32%	60%:8%:32%	60%:8%:32%	60%:8%:32%
10	Faktor-k	0,08	0,08	0,08	

Sumber : PKJI, 2014

3.2. Volume dan Arus Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dari satu segmen/ruas jalan selama waktu tertentu. Jenis volume yang digunakan adalah volume jam puncak. Volume jam puncak merupakan banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dari suatu ruas jalan selama satu jam pada saat terjadi arus lalu lintas yang terbesar dalam satu hari. Menurut PKJI 2014, semua nilai arus lalu lintas diubah menjadi satuan kendaraan ringan (skr) dengan

menggunakan ekivalensi kendaraan ringan (*ekr*). Bobot nilai ekivalensi kendaraan ringan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi

Tipe Jalan	Arus Lalu Lintas per lajur (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
2/1, dan 4/2T	< 1050	1,3	0,40
	≥ 1050	1,2	0,25
3/1, dan 6/2D	< 1110	1,3	0,40
	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber : PKJI, 2014

Untuk kepentingan analisis, kendaran yang disurvei, diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kendaraan ringan (*KR*) yang terdiri dari mobil penumpang, *jeep*, sedan, bis mini, *pick up*, dll.
- Kendaraan berat (*KB*), terdiri dari bus dan truk.
- Sepeda motor (*SM*).

Untuk menghitung arus kendaraan bermotor digunakan persamaan berikut:

$$Q = \{(ekr_{KR} \times KR) + (ekr_{KB} \times KB) + (ekr_{SM} \times SM)\} \quad (3-1)$$

Keterangan:

Q = Jumlah arus kendaraan (*skr*)

KR = Kendaraan ringan

KB = Kendaraan berat

SM = Sepeda motor

3.3. Hambatan Samping

Menurut PKJI tahun 2014, hambatan samping adalah kegiatan di samping (sisi jalan) yang berdampak terhadap kinerja lalu lintas. Aktivitas pada sisi jalan sering menimbulkan konflik yang berpengaruh terhadap lalu lintas terutama pada kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas jalan perkotaan. Kategori hambatan samping dan faktor berbobotnya dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi

Tipe Kejadian	Simbol	Faktor Berbobot
Kendaraan Berhenti atau Parkir	KP	1,0
Pejalan Kaki	PK	0,5
Kendaraan Tidak Bermotor	UM	0,4
Kendaraan Keluar Masuk	MK	0,7

Sumber : PKJI, 2014

3.4. Waktu Tempuh

Waktu tempuh dapat diketahui berdasarkan nilai kecepatan tempuh, dalam menempuh segmen ruas jalan yang dianalisis sepanjang L . Persamaan hubungan antar waktu tempuh, kecepatan tempuh dan panjang segmen sebagai berikut.

$$W_T = \frac{L}{V_T} \quad (3-2)$$

Keterangan :

W_T = Waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan (jam)

L = Panjang segmen (km)

V_T = Kecepatan tempuh atau kecepatan rata-rata KR (km/jam)

3.5. Kecepatan Tempuh Kendaraan

Kecepatan dapat didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_s = \frac{L}{TT} \quad (3-3)$$

Keterangan:

L = Panjang penggal jalan (m)

V_s = Kecepatan tempuh rata-rata (km/jam, m/dt)

TT = Waktu tempuh rerata sepanjang segmen jalan (detik)

3.6. Kecepatan Arus Bebas

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, nilai kecepatan arus bebas jenis kendaraan ringan ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor ditetapkan hanya sebagai referensi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya. Kecepatan arus bebas dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (3-4)$$

Keterangan:

V_B = Kecepatan arus bebas untuk KR (km/jam)

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk KR

V_{BL} = Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FV_{BHS} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping

FV_{BUK} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota

Berikut adalah beberapa tabel yang mendukung perhitungan kapasitas jalan. Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 berikut adalah tabel kecepatan arus bebas dasar berdasarkan jenis kendaraan dan lebar jalur lalu lintas efektif menurut tipe jalan dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014.

Tabel 3.4 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

Tipe Jalan	V_{BD} (km/jam)			Rata-rata semua kendaraan
	KR	KB	SM	
6/2 T atau 3/1	61	52	48	57
4/2 T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	42

Sumber : PKJI, 2014

Tabel 3.5 Nilai Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Dasar Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (V_{BL})

Tipe Jalan	Lebar Jalur Efektif - L_e (m)	V_{BL} (km/jam)
4/2T Atau Jalan Satu Arah	Per Lajur	3,00
		3,25
		3,50
		3,75
		4,00
2/2TT	Per Lajur	5,00
		6,00
		7,00
		8,00
		9,00
		10,00
		11,00

Sumber : PKJI, 2014

Berikut adalah beberapa tabel faktor penyesuaian akibat hambatan samping. Tabel 3.6 dan Tabel 3.7 berikut adalah tabel penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berbahu dan tabel penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan berdasarkan ukuran kota.

Tabel 3.6 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FV_{BHS}) untuk Jalan Berbahu dengan Lebar Efektif (L_{BE})

Tipe Jalan	KHS	FV_{BHS}			
		$L_{BE}(m)$			
		$\leq 0,5m$	1,0m	1,5m	$\geq 2m$
4/2T	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
2/2TT Atau Jalan Satu Arah	Sangat Rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	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 : PKJI, 2014

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Arus Bebas untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (FV_{BUK})

Ukuran kota (juta penduduk)	FV_{BUK}
<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 : PKJI, 2014

3.7. Analisis Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi

tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas dipisahkan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur, persamaan dasar menentukan kapasitas adalah sebagai berikut (PKJI, 2014).

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (3-5)$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam).

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian lebar jalan.

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

FC_{UK} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

a. Kapasitas dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas segmen jalan untuk suatu kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan). Menurut PKJI tahun 2014 nilai dari faktor ini dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Nilai Kapasitas Dasar (C_o)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar(skr/jam)	Catatan
4/2 T atau Jalan Satu Arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2 TT	2900	Per lajur (dua arah)

Sumber: PKJI, 2014

b. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

Menurut PKJI tahun 2014, nilai dari faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_{LJ})

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas - W_c (m)	FC_{LJ}
4 / 2 T atau Jalan satu arah	Lebar Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2TT	Lebar jalur dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : PKJI, 2014

c. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{SP})

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, nilai dari faktor faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar untuk pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FC_{PA})

Pemisah arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	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	0.94

Sumber : PKJI, 2014

- d. Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping (FC_{HS})

Tabel 3.11 berikut adalah tabel dari faktor penyesuaian untuk hambatan samping berdasarkan PKJI, 2014.

Tabel 3.11 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FC_{HS})

Tipe jalan	Kelas HS	FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu-arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : PKJI, 2014

- e. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{UK})

Tabel 3.12 berikut adalah tabel dari faktor penyesuaian untuk ukuran kota berdasarkan PKJI, 2014.

Tabel 3.12 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta penduduk)	FC_{UK}
<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 : PKJI, 2014

3.8. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (D_j) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam

penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai D_J menunjukkan ada tidaknya permasalahan pada segmen jalan tersebut. Persamaan dasar untuk menentukan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut.

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (3-6)$$

Keterangan :

D_J = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

3.9. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan pada umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume lalu lintas.

Tabel 3.13 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Lalu Lintas	NVK (Q/C)
A	Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah	0,00-0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas	0,20-0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dikendalikan	0,45-0,74
D	Arus mendekati stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir	0,75-0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas	0,85-1,00
F	Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian panjang (macet)	$\geq 1,00$

Sumber : PKJI, 2014

3.10. Analisis U-Turn

Jalan arteri dan jalan kolektor yang mempunyai banyak lajur lebih dari empat dengan dua arah pada umumnya menggunakan median jalan untuk meningkatkan faktor keselamatan dan waktu tempuh pengguna jalan. Median jalan secara umum juga dilengkapi dengan fasilitas *u-turn* yang selalu dapat dipergunakan untuk melakukan putaran arah kendaraan. Akan tetapi, terdapat pula fasilitas-fasilitas *u-turn* pada lokasi tertentu yang dilarang untuk dipergunakan dengan alasan khusus, misalnya dengan adanya rambu lalu lintas yang dilengkapi dengan alat bantu seperti patok besi berantai pada jalan bebas hambatan yang mana fasilitas putaran baliknya hanya diperuntukan untuk petugas.

3.10.1. Panjang antrian

Antrian kendaraan adalah kejadian pada arus lalu lintas yang tampak sehari-hari. Panjang antrian didefinisikan sebagai panjang kendaraan yang menunggu dalam suatu kelompok kendaraan dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang di depannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Dalam melakukan pengukuran panjang antrian, di dalamnya meliputi pencacahan dari jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian pada suatu waktu tertentu. Hal ini dapat dilakukan dengan perhitungan fisik kendaraan atau

dengan memberikan tanda pada jalan, sehingga mengindikasikan bahwa kendaraan yang berada dalam antrian akan dinyatakan dalam satuan panjang.

3.10.2. Waktu memutar

Waktu memutar kendaraan adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kendaraan dari mulai melakukan gerakan akan memutar sampai berada pada posisi tertentu sehingga dapat menyatu dengan arus pada arah berlawanan. Waktu memutar kendaraan dipengaruhi oleh tingginya volume kendaraan yang melintas pada arah yang berlawanan dan juga dimensi kendaraan yang memutar serta kemampuan pengemudi untuk melakukan manuver atau gerakan putar balik.

3.10.3. Waktu tundaan

Waktu tundaan yang disebabkan oleh sebuah kendaraan melakukan *u – turn* adalah perbedaan dalam waktu tempuh untuk melewati daerah pengamatan dalam kondisi arus terganggu dan tidak terganggu dalam setiap periode pengamatan. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalu lintas adalah waktu yang menunggu yang diakibatkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Pada studi tentang tundaan yang disebabkan kendaraan yang memutar arah pada median pada dasarnya metode yang digunakan adalah berdasarkan analisis waktu tempuh antara dua titik yang telah ditentukan pada ruas jalan.

