

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Ruas Jalan

3.1.1 Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas suatu ruas jalan dalam suatu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun kedua arah) dalam periode waktu tertentu dan dibawah kondisi jalan dan lalulintas yang umum. Kapasitas merupakan ukuran kerja pada kondisi bervariasi, yang dapat diterapkan pada suatu lokasi tertentu atau suatu jaringan jalan yang sangat kompleks. Kapasitas bervariasi menurut kondisi lingkungannya dikarenakan beragamnya geometrik jalan, kendaraan, pengendara dan kondisi lingkungan.

Ukuran dasar yang sering digunakan dalam mendefinisikan arus lalulintas adalah konsentrasi aliran dan kecepatan. Aliran dan volume sering dianggap sama, meskipun istilah aliran lebih tepat untuk menyatakan arus lalulintas dan mengandung jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu. Volume lebih sering terbatas pada suatu jumlah kendaraan yang melewati satu titik dalam ruang selama satu interval waktu tertentu.

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, yang disebut sebagai unsur/komposisi lalulintas adalah benda atau pejalan kaki yang menjadi bagian dari lalulintas. Sedangkan kendaraan adalah unsur lalulintas beroda.

3.1.2 Langkah Penetapan Perilaku Lalulintas

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dalam mengevaluasi dan menganalisis perilaku lalulintas yang terjadi menggunakan data masukan sebagai berikut :

3.1.2.1 Satuan Mobil Penumpang

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk jalan perkotaan, jenis kendaraan dibedakan berdasarkan smp (satuan mobil penumpang) yang diekuivalensikan dengan nilai emp (ekivalensi mobil penumpang). Ekivalensi mobil penumpang untuk jalan perkotaan tak terbagi dan jalan perkotaan terbagi dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang untuk jalan perkotaan tak terbagi

Tipe jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalulintas total dua arah (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar lajur lalu-lintas Wc (m)	
			≤6	>6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥1800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997

Tabel 3.2 Ekivalensi Mobil Penumpang untuk jalan perkotaan terbagi

Tipe jalan: Jalan satu arah terbagi	Arus lalulintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) Dan Empat lajur terbagi (4/2 D)	0 ≥ 1050	1,3 1,2	0,40 0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) Dan Enam lajur terbagi (6/2 D)	0 ≥ 1100	1,3 1,2	0,40 0,25

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997

3.1.2.2 Kondisi Lingkungan

Faktor lingkungan mempengaruhi analisis perilaku arus lalu lintas. faktor lingkungan yang cukup berpengaruh dalam analisis adalah kelas ukuran kota dan hambatan samping. Kelas ukuran kota menurut MKJI 1997 ditentukan dalam Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3.3. Kelas ukuran kota

Ukuran kota (juta penduduk)	Kelas ukuran kota CS
<0,1	Sangat kecil
0,1 – 0,5	Kecil
0,5 – 1,0	Sedang
1,0 – 3,0	Besar
>3,0	Sangat besar

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997

Sedangkan dalam menentukan hambatan samping perlu diketahui frekuensi berbobot kejadian. Untuk mendapatkan nilai frekuensi berbobot kejadian maka tiap tipe hambatan samping harus dikalikan dengan faktor bobotnya. Setelah frekuensi berbobot kejadian hambatan samping diketahui maka digunakan untuk mencari kelas hambatan samping. Faktor bobot dan kelas hambatan samping untuk tiap tipe kejadian dan kondisi wilayah tempat kejadian dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3.4 Faktor bobot untuk hambatan samping

Tipe kejadian Hambataan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan kaki	PED	0.6
Kendaraan berhenti, parkir	PSV	0.8
Kendaraan masuk dan keluar	EEV	1.0
Kendaraan lambat	SMV	0.4

Sumber : Manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.5 Kelas hambatan samping

Frekuensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping	
<100	Pemukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 – 299	Pemukiman, beberapa angkutan umum, dll	Rendah	L
300 – 499	Daerah industri dengan toko-toko disisi jalan	Sedang	M
500 – 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
>900	Daerah niaga dengan aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Sumber : Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997

3.1.3 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan digunakan sebagai ukuran utama dalam analisis selama ini. Jalan tak terbagi, analisis dilakukan pada kedua arah, jalan terbagi analisis dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Kecepatan arus lalu lintas ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \dots \dots \dots (3-1)$$

Keterangan :

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

FV_o = Kecepatan arus dasar kendaraan ringan (km/jam)

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

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

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) hal 5-49.

Tabel 3.6 Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan

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 (6/2 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	47	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

Tabel 3.7 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu lintas efektif (W_c) (m)	(FV_w) (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	4,00	4
	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
Dua lajur tak terbagi	3,75	2
	4,00	4
	Total	
	5	-9.5
	6	-3
	7	0
	8	3
9	4	
10	6	
11	7	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997

Nilai kecepatan arus bebas untuk jalan lebih dari empat jalur dan banyak lajur, nilai penyesuaiannya diambil dari Tabel 3.8 dan Tabel 3.9 dibawah ini.

Tabel 3.8 Faktor penyesuaian kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan Samping dengan Bahu (FFV_{SF})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian Untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$ 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
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
	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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.9 Faktor penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan Samping dan Jarak kereb penghalang (FFV_{SF})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang			
		Jarak : kereb – penghalang Wg (m)			
		≤0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥2,0 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
	Rendah	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)

Tabel 3.10 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas ringan (FFV_{CS}), 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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Kecepatan arus bebas lainnya juga dapat ditentukan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. menghitung penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

yaitu:

$$FFV = FV_0 - FV \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

FFV = Penyesuaian kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

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

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) hal 5-49

2. Menghitung kecepatan arus bebas kendaraan berat menengah (MHV)

$$FV_{HV} = FV_{HV,O} - FFV \times FV_{HV,O} / FV_{O} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

FV_{HV,O} = Kecepatan arus bebas dasar HV (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas dasar LV (km/jam)

FFV = Penyesuaian kecepatan arus bebas LV (km/jam)

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) hal 5-49

3.1.4 Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah, dan komposisi lalu lintas, faktor lingkungan). Persamaan kapasitas ruas jalan adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{cs} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) hal 5-50

Tabel 3.11 kapasitas dasar 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 : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.12 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan perkotaan (FCw)

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	4,00	1,06
	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
Dua lajur tak terbagi	3,75	1,05
	4,00	1,09
	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
9	1,25	
Dua lajur tak terbagi	10	1,29
	11	1,34

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 3.13 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah (FC_{SF})

Pemisahan 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	0,94

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 3.14 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif W_c (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	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	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 3.15 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan kereb

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang (FC_{SF})			
		Jarak kereb-penghalang W_g (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
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
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	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 3.16 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
> 3,0	1,04

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

3.1.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio dari volume arus lalulintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Rumus yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan (per jam)

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Sumber : Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) hal 5-56

3.2 Simpang Bersinyal

Pengaturan lampu lalulintas pada simpang merupakan hal yang paling kritis dalam pergerakan lalulintas. Pada simpang dengan arus lalulintas yang besar telah diperlukan pengaturan dengan menggunakan lampu lalulintas. Pengaturan lampu lalulintas ini diharapkan mampu mengurangi tundaan yang dialami oleh kendaraan dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu lintas.

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam memilih suatu sistem pengendalian simpang bersinyal yang akan digunakan antara lain adalah Volume lalulintas dan jumlah kendaraan, Tipe kendaraan yang menggunakan simpang, Tata guna lahan disekitar simpang, Kecepatan kendaraan, Pertumbuhan lalulintas, Keselamatan lalulintas, Biaya pemasangan dan pemeliharaan lampu lalulintas.

Dari kriteria tersebut di atas akan ditentukan jenis sistem pengendalian simpang yang akan digunakan terdapat lima jenis sistem pengendalian simpang

yaitu Simpang tanpa prioritas (*Non Priority Junction*), Simpang dengan prioritas (*Priority Junction*), Bundaran (*Roundabout*), Simpang dengan lampu lalu lintas (*Signalized junction*), Simpang Susun (*Grade Separate Junction*).

3.2.1 Arus Jenuh Lalulintas

Metode yang digunakan dalam menentukan arus jenuh lalu lintas menurut Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekatan.

untuk pendekatan tipe P (arus terlindung).

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

- b. Menghitung nilai arus jenuh S yang disesuaikan dengan rumus :

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times Fp \times FRT \times FLT \text{ (smp/jam hijau) } \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FSF = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping

FG = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

Fp = Faktor penyesuaian parkir

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

Tabel 3.17 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
> 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

Tabel 3.18 Faktor penyesuaian untuk Tipe lingkungan jalan, Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{sf})

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	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
		Terlindung	0.97	0.95	0.90	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang /Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
		Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

c. Waktu siklus dan waktu hijau

c-1. Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \text{ (det)} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

 c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang

c-2 Waktu hijau (g_i)

Waktu hijau untuk masing-masing fase :

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (\text{det}) \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (det)

c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

PR $_i$ = rasio fase

c-3 Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \sum g + LTI \quad (\text{det}) \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

$\sum g$ = jumlah total waktu hijau (det)

LTI = waktu hilang total persiklus (det)

3.2.2 Kapasitas Persimpangan

Kapasitas pada persimpangan didasarkan pada konsep dan angka arus aliran jenuh (*Saturation Flow*). Angka *Saturation Flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekatan pertemuan jalan menurut kontrol lalu lintas yang berlaku dan kondisi jalan *Saturation Flow* bernotasi S dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau, dimana hitungan kapasitas masing-masing pendekat :

$$C = S \times g/c \quad (\text{smp/jam}) \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (det)

c = waktu siklus (det)

Dan hitungan derajat kejenuhan masing-masing pendekat diperoleh dari :

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(3. 12)$$

Keterangan :

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

3.2.3 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan;smp).

Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) :

- Untuk $DS > 0,5$ maka :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + ((8 \times (DS-0,5))/C)}] (\text{smp}) \dots\dots\dots(3. 13)$$

- Jika $DS \leq 0,5$ maka : $NQ_1 = 0$

Keterangan :

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp).

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam)

Untuk menghitung antrian smp yang akan datang selama fase merah (NQ_2) :

$$NQ_2 = c \times ((1-GR)/(1-GR \times DS)) \times (Q/3600) \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

c = waktu siklus (det)

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

Penyesuaian arus :

$$Q_{peny} = \sum (Q_{masuk} - Q_{keluar}) \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3.15)$$

Jumlah kendaraan antrian :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.16)$$

Panjang antrian :

$$QL = NQ_{maks} \times (20 / W_{masuk}) \text{ (meter)} \dots\dots\dots(3.17)$$

Kendaraan terhenti :

Angka henti (NS) masing-masing pendekat :

$$NS = 0,9 \times (NQ / (Q \times c)) \times 3600 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3.18)$$

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing-masing pendekat :

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3.19)$$

Angka henti seluruh simpang :

$$NSTOT = \sum NSV / QTOT \dots\dots\dots(3.20)$$

Keterangan :

NS = angka henti per smp

NQ = jumlah kendaraan antri (smp)

Q = arus lalulintas (smp/jam)

c = waktu siklus (det)

NSV = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

NS_{TOT} = angka henti seluruh simpang

$\sum NSV$ = jumlah kend. terhenti pada seluruh pendekat (smp/jam)

Q_{TOT} = arus lalulintas simpang total (smp/jam)

3.2.4 Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalulintas (DT) dan tundaan geometri (DG).

Tundaan lalulintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalulintas dengan gerakan lalulintas yang bertentangan. Tundaan geometri (DG) disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang yang dipengaruhi oleh geometri jalan.

3.2.4.1 Analisis Tundaan Menurut Manual kapasitas Jalan Indonesia 1997

Menghitung tundaan lalulintas rata-rata (DT) untuk setiap pendekat akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang berdasarkan Akcelik 1998.

$$DT = (c \times A) + \frac{(NQ_1 \times 3600)}{C} \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots(3.21)$$

Keterangan :

DT = tundaan waktu lalulintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

A = konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

- a. Menentukan tundaan geometri rata-rata (DG) untuk masing-masing pendekat akibat pengaruh perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau pada ketika ditentukan oleh lampu merah.

$$DG_j = (1 - p_{sv}) \times p_i \times 6 + (p_{sv} \times 4) \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots (3.22)$$

Keterangan :

DG_j = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

p_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

p_i = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

- b. Menghitung tundaan geometrik gerakan lalulintas dengan belok kiri langsung (LTOR) diasumsikan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik.
- c. Menghitung tundaan rata-rata (det/jam) dengan menjumlahkan tundaan lalulintas rata-rata (DT) dan tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (DG_j)
- d. Menghitung tundaan total dalam detik dengan mengalihkan tundaan rata-rata dengan arus lalulintas.

- e. Menghitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang D_1 dengan membagi jumlah nilai tundaan pada kolom 16 dengan jumlah arus total (Q_{TOT}) dalam smp/jam

$$D_1 = \Sigma (Q \times D) / Q_{TOT} \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots(3.23)$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

3.3 Manajemen Lalulintas

3.3.1 Pengertian Manajemen Lalulintas

Manajemen lalulintas adalah Pengelolaan dan pengendalian arus lalulintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada. Hal ini menyangkut kondisi arus lalulintas dan juga sarana penunjangnya, baik pada saat sekarang maupun yang akan direncanakan.(Iskandar Abubakar, 1995). Sasaran yang diterapkan sesuai dengan tujuan manajemen lalulintas adalah untuk mengatur dan menyederhanakan lalulintas dengan melakukan pemisahan terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan. Yang berbeda untuk meminimumkan gangguan terhadap lalulintas. Disamping itu juga sasaran yang ingin dicapai adalah untuk mengurangi tingkat kemacetan lalulintas dengan menaikkan kapasitas atau mengurangi volume lalulintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan control terhadap aktivitas – aktivitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan.

3.3.2 Strategi dan Teknik Manajemen Lalulintas

Strategi – strategi dan teknik yang dapat dilakukan dalam manajemen lalulintas antara lain :

1. Manajemen kapasitas

Tujuan manajemen kapasitas adalah membuat penggunaan dan ruas jalan seefektif mungkin. Teknik yang dapat dilakukan dalam manajemen kapasitas antara lain adalah dengan perbaikan persimpangan dengan penggunaan kontrol dan geometri secara optimum, manajemen ruas jalan dengan melakukan pemisahan tipe kendaraan, kontrol waktu dan tempat parker, dan pelebaran jalan. Strategi yang lain adalah dengan pembatasan tempat membelok, system jalan satu arah, dan koordinasi lampu lalulintas.

2. Manajemen prioritas

Beberapa pilihan yang dapat digunakan dalam manajemen prioritas adalah prioritas bagi kendaraan umum yang menggunakan angkutan massal karena kendaraan tersebut bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak. Efisiensi penggunaan ruas jalan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik, yang antara lain adalah penggunaan jalur khusus bus, prioritas persimpangan, jalur bus, jalur khusus sepeda, dan prioritas bagi angkutan barang.

3. Manajemen *Demand* (Permintaan)

Strategi yang dipakai dalam manajemen permintaan antara lain adalah merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah yang tidak macet, merubah moda perjalanan dari angkutan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk yang berarti penyediaan

prioritas bagi angkutan umum, dan control terhadap tata guna lahan. Adapun tekniknya adalah dengan kebijaksanaan parkir, penutupan jalan, dan batasan fisik.

3.3.3 Penerapan Manajemen Lalulintas

Penerapan manajemen lalulintas pada ruas jalan berkaitan dengan skala waktu. Strategi yang dapat dipakai adalah dengan memperbaiki arus lalulintas dengan mengontrol adanya gangguan yang dapat diatasi dengan menentukan jaringan jalan arteri dan kebijaksanaan untuk menghubungkan seluruh arus lalulintas pada jaringan jalan, mengambil seluruh parameter yang diperlukan untuk menjamin adanya arus lalulintas yang lancar dengan memaksimalkan kapasitas, mengambil parameter untuk menentukan akses ruang parkir untuk angkutan barang dan kendaraan komersil, dan untuk persimpangan yang macet, dilakukan peninjauan metode pengendalian, geometrik, dan pengaturan lampu lalulintas dengan metode yang mungkin untuk menaikkan kapasitas.

