

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Metode Analisis yang Digunakan adalah MKJI 1997

Perhitungan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana jalan, lalu lintas dan lingkungan. Penelitian studi lalu lintas ini menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), karena MKJI 1997 merupakan cara yang paling tepat digunakan pada kondisi dan situasi jalan di Indonesia.

#### 3.2 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Nilai arus lalu-lintas ( $Q$ ) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Arus lalu lintas ( $Q$ ) untuk setiap gerakan (belok-kiri  $Q_{LT}$ , lurus  $Q_{ST}$ , dan belok kanan  $Q_{RT}$ ) dikonversikan dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan, seperti pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Ekivalensi Mobil Penumpang untuk kondisi terlindung dan terlawan

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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

### 3.3 Arus Jenuh Lalu Lintas

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

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

untuk pendekat tipe P ( arus terlindung ) digunakan persamaan 3.1 berikut.

$$S_o = 600 \times W_e \text{ ( smp/jam hijau ) } \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

$S_o$  = arus jenuh dasar ( smp/jam hijau )

$W_e$  = lebar efektif ( m )

- b. Menghitung nilai arus jenuh S yang disesuaikan dengan persamaan 3.2.

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times Fp \times FRT \times FLT \text{ ( smp/jam hijau ) } \dots\dots\dots(3.2)$$

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

Didalam menentukan factor penyesuaian ukuran kota digunakan Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Sebelum menentukan faktor hambatan samping perlu diketahui kelas hambatan samping. Pada penelitian Tugas Akhir ini penentuan kelas hambatan samping hanya berdasarkan pada kondisi khusus saja. Dalam menentukan kelas hambatan samping untuk jumlah berbobot kejadian, dan kondisi wilayah tempat kejadian digunakan Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Kelas hambatan samping ( SFC )

Kelas hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m/jam	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman, jalan samping tersedia.
Rendah	L	100 – 299	Daerah pemukiman , beberapa angkutan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial, aktivitas pasar sisi jalan.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Untuk menentukan besarnya faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor digunakan Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 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	$\geq 0.25$
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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

c. Waktu siklus dan waktu hijau

c-1. Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan rumus 3.3

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \text{ (detik)} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

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

LTI = waktu hilang total per siklus ( detik )

IFR = rasio arus simpang

c-2 Waktu hijau (  $g_i$  )

Waktu hijau untuk masing-masing fase digunakan rumus 3.4

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \text{ (detik)} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

$g_i$  = tampilan waktu hijau pada fase i ( detik )

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

LTI = waktu hilang total per siklus ( detik )

PRi = rasio fase

c-3 Waktu siklus yang disesuaikan ( c ) dapat dicari dengan rumus 3.5

$$c = \sum g + LTI \text{ (detik) } \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

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

LTI = waktu hilang total persiklus ( detik )

### 3.4 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* bernoasi S dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau, dimana hitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dicari dengan rumus 3.6 sebagai berikut ini.

$$C = S \times g/c \text{ (smp/jam) } \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

### 3.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio dari volume arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu, biasanya dihitung dalam per jam. Untuk menentukan besarnya derajat kejenuhan digunakan persamaan 3.7 di bawah ini.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan (per jam)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

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

### 3.6 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 ( NQ1 )

- Untuk  $DS > 0,5$  maka digunakan persamaan 3.8 berikut.

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + ((8 \times (DS-0,5))/C)}] (\text{smp}) \dots\dots\dots(3.8)$$

- Jika  $DS \leq 0,5$  maka :  $NQ1 = 0$

Keterangan :

NQ1 = 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 ( NQ2 ) dipakai persamaan 3.9 berikut ini.

$$NQ2 = c \times ((1-GR) / (1- GR \times DS )) \times ( Q / 3600 ) \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 9)$$

Keterangan :

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

c = waktu siklus (detik)

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

Qmasuk = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR (smp/jam)

Penyesuaian arus dipakai persamaan 3.10

$$Q_{peny} = \sum ( Q_{masuk} - Q_{keluar} ) \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3. 10)$$

Jumlah kendaraan antrian digunakan persamaan 3.11

$$NQ = NQ1 + NQ2 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 11)$$

Panjang antrian digunakan persamaan 3.12

$$QL = NQ_{maks} \times ( 20 / W \text{ masuk} ) \text{ (meter)} \dots\dots\dots(3. 12)$$

Kendaraan terhenti

Angka henti (NS) masing-masing pendekat dapat dicari dengan persamaan 3.13

$$NS = 0,9 \times ( NQ / ( Q \times c ) ) \times 3600 \text{ (smp)} \dots\dots\dots(3. 13)$$

Jumlah kendaraan terhenti ( NSV ) masing-masing pendekat, digunakan persamaan 3.14

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3. 14)$$

Besarnya angka henti seluruh simpang dapat ditentukan dengan persamaan 3.15 berikut ini.

$$NSTOT = \sum NSV / QTOT \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan :

NS = angka henti per smp

NQ = jumlah kendaraan antri (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

NSV = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

NSTOT = angka henti seluruh simpang

$\sum Nsv$  = jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat (smp/jam)

QTOT = arus lalu lintas simpang total (smp/jam)

### 3.7 Tundaan

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

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



### 3.7.1 Analisis Tundaan Menurut Manual kapasitas Jalan Indonesia 1997

Menghitung tundaan lalu lintas rata-rata (DT) untuk setiap pendekat akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang berdasarkan Akcelik 1998 digunakan persamaan 3.16 dibawah ini.

$$DT = (c \times A) + \frac{(NQ_1 \times 3600)}{C} \text{ (detik/smp)} \dots\dots\dots(3.16)$$

Keterangan :

DT = tundaan waktu lalu lintas rata-rata (detik/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

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

A = konstanta

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ<sub>1</sub> = 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 dapat ditentukan dengan persamaan 3.17 berikut.

$$DG_j = (1 - p_{sv}) \times p_r \times 6 + (p_{sv} \times 4) \text{ (detik/smp)} \dots\dots\dots(3.17)$$

Keterangan :

DG<sub>j</sub> = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

p<sub>sv</sub> = rasio kendaraan berhenti pada suatu pendekat

$p_T$  = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

- b. Menghitung tundaan geometrik gerakan lalu lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) diasumsikan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik.
- c. Menghitung tundaan rata-rata (detik/smp) dengan menjumlahkan tundaan lalu lintas 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 lalu lintas.
- 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, dijelaskan pada persamaan 3.18 berikut.

$$D_1 = \Sigma (Q \times D) / Q_{TOT} \text{ (detik/smp)} \dots \dots \dots (3.18)$$

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

### 3.8 Analisis Tingkat Pertumbuhan Penduduk dan Lalu Lintas

Pada penelitian ini pertumbuhan penduduk, pertumbuhan lalu lintas, dan perhitungan volume lalu lintas sampai dengan tahun 2010 menggunakan analisis tingkat pertumbuhan dengan memakai persamaan 3.19 dibawah ini.

$$P_t = P_o \times (1 + i)^n \dots \dots \dots (3.19)$$

keterangan:

$P_t$  = Volume lalu lintas / jumlah penduduk tahun ke-n

$P_0$  = Volume lalu lintas / jumlah penduduk tahun dasar

$i$  = Tingkat pertumbuhan lalu lintas / jumlah penduduk (% per tahun)

$n$  = Jumlah tahun

