

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan antara lain:

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Ukuran kualitas dari kinerja simpang adalah dengan menggunakan variable sebagai berikut.

##### 3.1.1. Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor ( $Q_{LV}$ ,  $Q_{HV}$ , dan  $Q_{MC}$ ) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan

menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Menurut Abubakar, dkk., (1995), karakteristik arus lalu lintas terdiri dari:

1. Karakteristik Primer

Karakteristik primer dari arus lalu lintas ada tiga macam, yaitu : volume, kecepatan, dan kepadatan.

2. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder yang terpenting adalah jarak-antara. Ada dua parameter jarak-antara yaitu waktu-antara kendaraan dan jarak-antara kendaraan.

**Tabel 3.1.** Konversi kendaran berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor terhadap satuan mobil penumpang

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
<b>Kendaraan Berat (HV)</b>	1,3	1,3
<b>Kendaraan Ringan (LV)</b>	1,0	1,0
<b>Sepeda Motor (MC)</b>	0,2	0,4

Sumber: Departemen P.U. (1997)

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

$Q_{LV}$  = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)

$Q_{HV}$  = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam)

$Q_{MC}$  = Arus sepeda motor (kendaraan/jam)

$emp_{HV}$  = Emp kendaraan berat

$emp_{MC}$  = Emp sepeda motor

### 3.1.2. Arus Jenuh

Arus jenuh berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata – rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau).

Arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana:

$S$  = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

$S_0$  = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

$F_{CS}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

$F_{SF}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

$F_G$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

$F_P$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan parkir dekat dengan lengan persimpangan

$F_{LT}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri

$F_{RT}$  = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

Tipe persimpangan mempengaruhi nilai besarnya setiap faktor koreksi arus jenuh. Penjelasan lebih rinci mengenai setiap faktor koreksi arus jenuh dapat ditemukan dalam MKJI (1997).

### 3.1.3. Faktor Penyesuaian Gerakan Belok Kanan

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

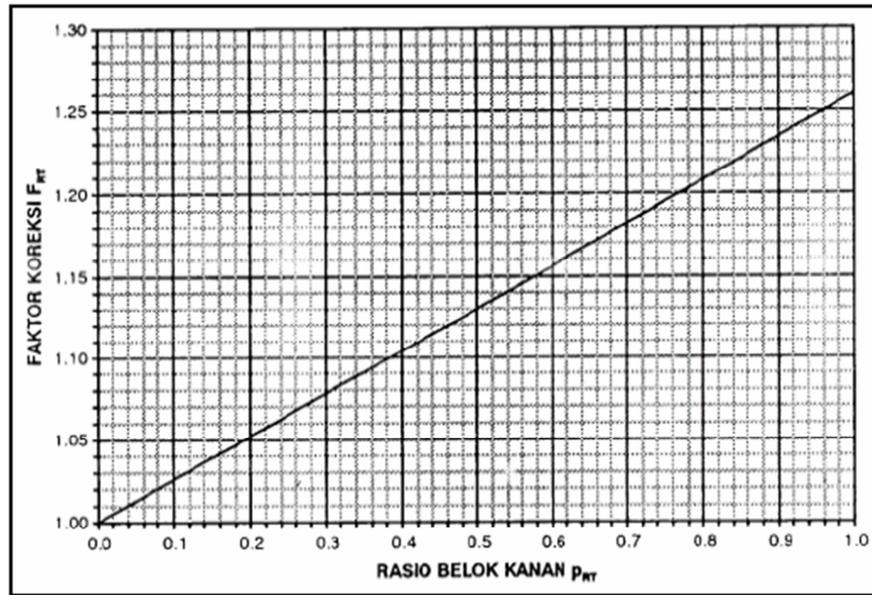
$$F_{RT} = 1,0 + p_{RT} \times 0,26 \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

$F_{RT}$  = faktor penyesuaian belok kanan

$p_{RT}$  = rasio belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan juga dapat diperoleh nilainya menggunakan gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Faktor penyesuaian belok kanan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997.

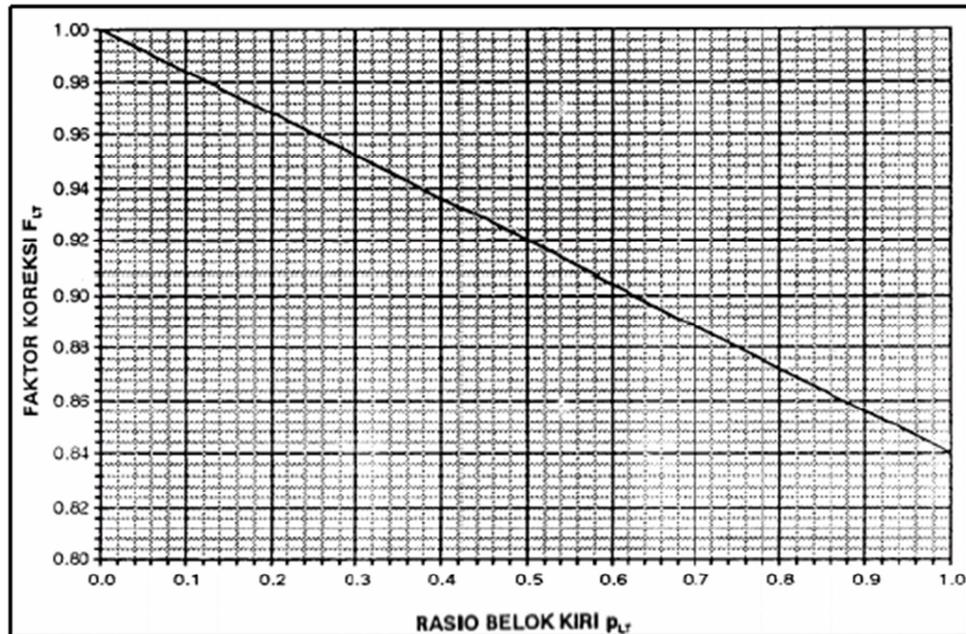
#### 3.1.4. Faktor Penyesuaian Gerakan Belok Kiri

Faktor ini ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan . Faktor penyesuaian gerakan belok kiri hanya untuk pendekatan tipe p tanpa LTOR, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$\dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

Faktor penyesuaian belok kiri juga dapat diperoleh nilainya menggunakan gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Faktor penyesuaian belok kiri  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997.

### 3.1.5. Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau.

Kapasitas pada

simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus:

$$C = S \cdot g/c \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

$C$  = Kapasitas (smp/jam hijau);

$S$  = Arus jenuh (smp/jam hijau);

$g$  = Waktu hijau (detik);

$c$  = Panjang siklus (detik).

### 3.1.6. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume ( $Q$ ) terhadap kapasitas ( $C$ ). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (3.6)$$

### 3.1.7. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah (Departemen P.U., 1997). Rumus untuk menentukan rata-rata panjang antrian berdasarkan MKJI 1997, adalah:

Untuk derajat kejenuhan ( $DS$ )  $> 0.5$ :

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana:

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya;

$DS$  = Derajat kejenuhan;

$C$  = Kapasitas (smp/jam).

Untuk  $DS < 0,5$  ;  $NQ_1 = 0$

Jumlah antrian selama fase merah ( $NQ_2$ ):

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR.DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana:

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang ada fase merah.;

$GR$  = Rasio hijau;

$c$  = Waktu siklus (detik);

$Q_{masuk}$  = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOR (smp/jam).

Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (3.9)$$

Panjang antrian (QL) didapatkan dari perkalian ( $NQ_{max}$ ) dengan luar rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk ( $W_{masuk}$ ).  $NQ_{max}$  didapat dengan menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dengan menggunakan grafik seperti terlihat pada Gambar 3.3 untuk perencanaan dan desain disarankan nilai  $POL \leq 5\%$ , untuk operasional disarankan  $POL = 5 - 10\%$ .

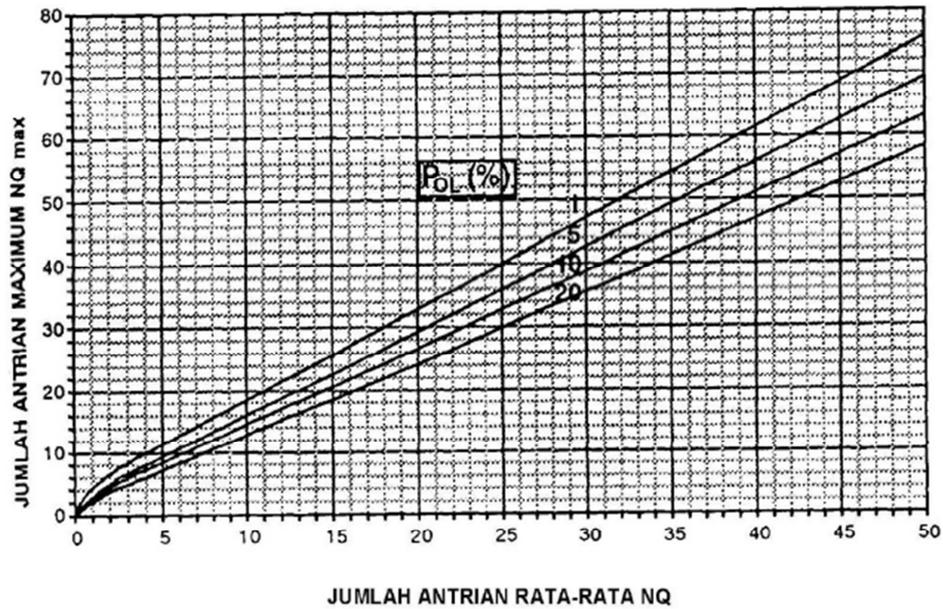
$$QL = NQ_{max} \times \frac{20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana:

QL = Panjang antrian

$NQ_{max}$  = Jumlah antrian maksimum

$W_{masuk}$  = Lebar masuk



Gambar 3.3. Peluang untuk pembebanan lebih  $P_{OL}$   
 Sumber: Departemen P.U. (1997)

### 3.1.8. Angka Henti

Angka henti (NS) pada masing – masing pendekatan adalah jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis *stop* simpang. Untuk memperoleh nilai angka henti dapat digunakan rumus berikut.

$$\text{---} \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana:

NS = Angka henti

NQ = Jumlah antrian

$c$  = Waktu siklus (detik)

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam)

### 3.1.9. Tundaan

Tundaan, terdapat dua tundaan pada suatu simpang yaitu Tundaan geometri (DG) dan Tundaan lalu lintas (DT). Sehingga tundaan rata-rata adalah :

$$D = DG + DT \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :

$$DT = c \times 0,5 \times (1-GR)^2 (1-GR \times DS) + NQ1+3600C \dots\dots\dots (3.13)$$

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots\dots\dots (3.14)$$

Dimana :

DG = tundaan geometri (det/smp)

DT = tundaan lalu lintas (det/smp)

$c$  = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

$p_T$  = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

$p_{sv}$  = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat.

### 3.2. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal

<b>Tundaan per Kendaraan (detik/kend)</b>	<b>Tingkat Pelayanan</b>
$\leq 5$	A
5,1-15	B
15,1-25	C
25,1-40	D
40,1-60	E
$\geq 60$	F

Sumber : MKJI, 1997.