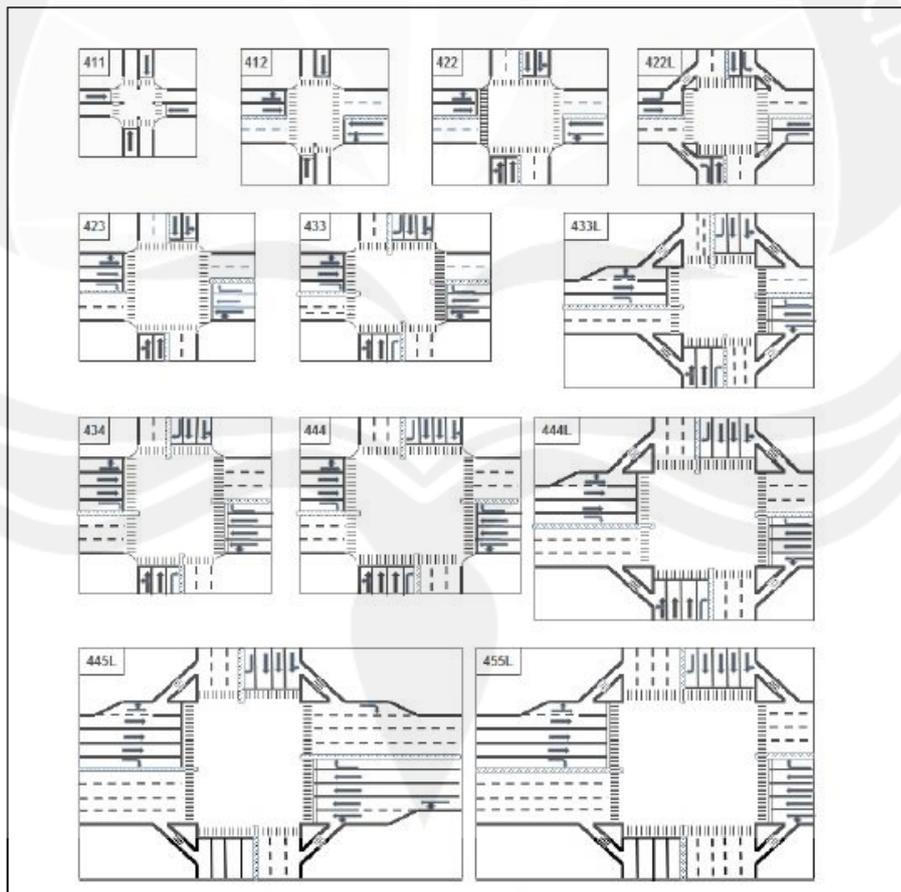


## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Tipikal Simpang Bersinyal dan Sistem Pengaturan

Persimpangan merupakan pertemuan dua atau lebih jalan yang sebidang (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014). Pertemuan jalan dapat berupa simpang 3 atau simpang 4. Dan merupakan pertemuan antara tipe jalan 2/2TT, tipe jalan 4/2T, tipe jalan 6/2T, tipe jalan 8/2T atau kombinasi dari tipe tipe jalan tersebut



**Gambar 3.1 Tipikal Geometrik simpang 4**

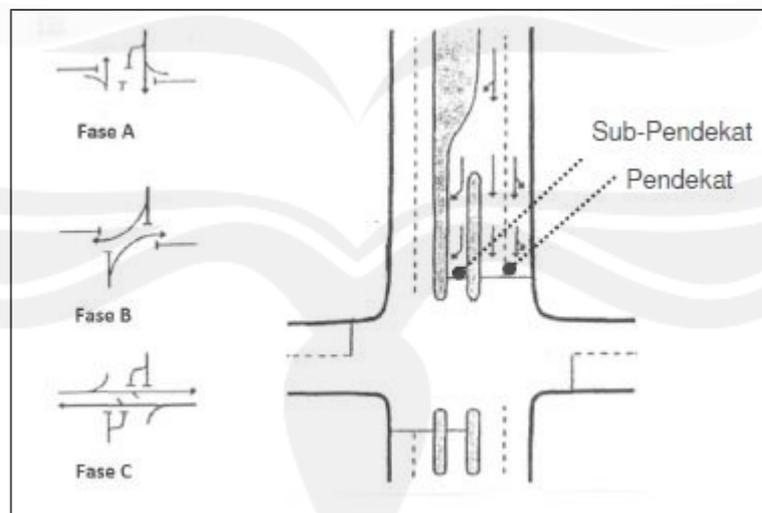
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

**Tabel 3.1 Kode Tipe Simpang**

Kode Tipe Simpang	Jumlah lengan Simpang	Jumlah Lajur jalan minor	Jumlah Lajur jalan mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Analisis kapasitas untuk setiap pendekat dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekat atau lebih. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan atau belok kiri mendaat isyarat hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus atau jika dipisahkan secara fisik oleh pulau-pulau jalan. Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat, lebar efektif ( $L_E$ ) ditetapkan dengan mempertimbangkan lebar pendekat pada bagian masuk simpang dan pada bagian keluar simpang.

**Gambar 3.2 Pendekat dan Sub-Pendekat**

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

### **3.2 Data Masukan Lalu Lintas**

Data masukan lalu lintas diperlukan untuk data arus lalu lintas eksisting dan data arus lalu lintas rencana. Data arus lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas per jam eksisting pada jam-jam tertentu sedangkan data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur lalu-lintas. Data arus lalu lintas hanya tersedia dalam LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan) dan dikoversikan melalui perkalian faktor  $k$

$$Q_{JD} = k \cdot LHRT \quad (3-1)$$

Keterangan :

$Q_{JD}$  = Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan (skr/hari)

$k$  = faktor jam rencana ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas berdasarkan jam selama satu tahun. Nilai  $k$  yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%

### **3.3 Arus Jenuh Dasar**

Arus jenuh ( $S$ , skr/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal.  $S_0$  adalah  $S$  pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor-faktor penyesuaian untuk  $S_0$  adalah satu. Arus jenuh dapat dihitung dengan rumus 3-2.

$$S = S_0 \cdot F_{HS} \cdot F_M \cdot F_{UK} \cdot F_G \cdot F_P \cdot F_{BK_i} \cdot F_{BK_a} \quad (3-2)$$

Keterangan:

$S$  = arus jenuh (skr/jam)

$S_0$  = arus jenuh dasar (skr/jam)

$F_{UK}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

$F_{HS}$  = faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan gangguan samping

$F_G$  = faktor penyesuaian kelandaian maemanjang pendekat

$F_P$  = faktor penyesuaian jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama

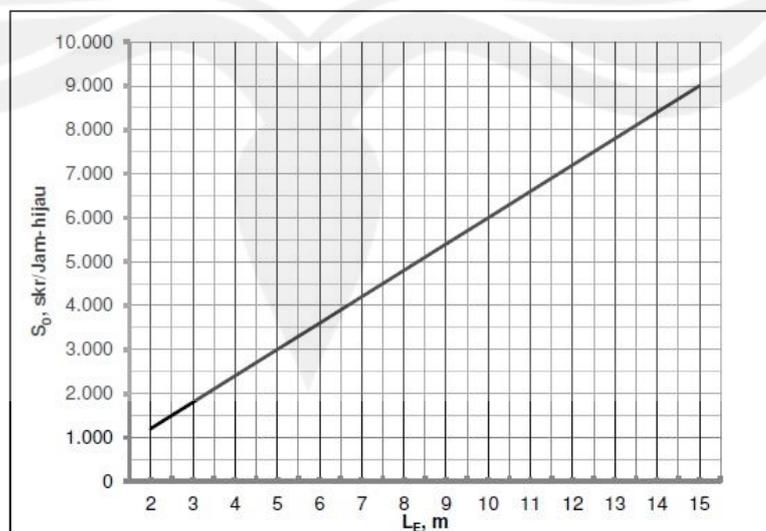
$F_{BKl}$  = faktor penyesuaian belok kiri

$F_{BKk}$  = faktor penyesuaian belok kanan

Untuk pendekat terlindung  $S_0$  ditentukan oleh persamaan 3-3 sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat.

$$S_0 = 600 \times L_E \quad (3-3)$$

Nilai  $S_0$  juga dapat ditetapkan dengan menggunakan diagram pada Gambar 3.3 berikut



Gambar 3.3 Arus Jenuh Dasar Pendekat Terlindung (Tipe P)  
(Sumber: PKJI 2014)

### 3.4 Penetapan Waktu Siklus

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus ( $c$ ) dan waktu hijau ( $H$ ). Penentuan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus Webster (1966).

$$c = \frac{1,5 \times Hh + 5}{1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}} \quad (3-4)$$

Keterangan:

$c$  = waktu siklus (detik)

$H_H$  = jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik)

$R_{Q/S}$  = rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh,  $Q/S$

$R_{Q/S \text{ kritis}}$  = Nilai  $R_{Q/S}$  yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama

$\sum R_{Q/S \text{ kritis}}$  = rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua  $R_{Q/S \text{ kritis}}$  dari semua fase pada siklus tersebut)

Rumus ini bertujuan untuk meminimumkan tundaan total. Waktu siklus yang layak akan ditunjukkan dalam Tabel 3.2

**Tabel 3.2 Waktu Siklus Layak**

<b>Tipe Pengaturan</b>	<b>Waktu Siklus Layak (detik)</b>
Dua-fase	40-80
Tiga fase	50-100
Empat fase	80-130

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

### 3.4.1 Menentukan waktu hijau

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, untuk menghitung waktu hijau digunakan rumus 3-5.

$$H_i = (c - Hh) \times \frac{\frac{Rq}{s} \text{ kritis}}{\sum t(\frac{Rq}{s} \text{ kritis})} \quad (3-5)$$

Keterangan :

$H_i$  = waktu hijau pada fase  $i$  (detik)

### 3.5 Kapasitas Simpang Bersinyal

Kapasitas simpang ( $C$ ) dirumuskan seperti pada persamaan 3-6.

$$C = S \times \frac{H}{c} \quad (3-6)$$

Keterangan :

$C$  = kapasitas simpang (skr/jam)

$S$  = arus jenuh (skr/jam)

$H$  = total waktu hijau dalam satu siklus (detik)

$c$  = waktu siklus (detik)

### 3.6 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas jalan, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Untuk menghitung besarnya nilai derajat kejenuhan digunakan rumus 3-7.

$$DJ = \frac{Q}{c} \quad (3-7)$$

Nilai derajat kejenuhan untuk simpang adalah  $\leq 0,85$  sebagai batas kelayakan jalan menurut PKJI 2014.

### 3.7 Rasio Arus ( $R_{Q/S}$ )

Untuk menganalisis rasio arus perlu diperhatikan bahwa jika arus belok kiri diijinkan jalan terus, maka hanya arus lurus dan belok kanan saja yang dihitung sebagai nilai  $Q$ . Jika lebar jalur efektif ( $L_E$ ) sama dengan lebar jalur keluar ( $L_K$ ) maka hanya arus lurus saja yang masuk dalam nilai  $Q$ . Apabila pendekatan mempunyai dua fase yaitu fase kesatu untuk arus terlawan ( $O$ ) dan fase kedua untuk arus terlindung ( $P$ ), maka arus gabungan dihitung dengan rumus 3-8.

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S} \quad (3-8)$$

### 3.8 Faktor Penyesuaian Khusus untuk Pendekatan tipe P

Pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, perhitungan faktor penyesuaian akibat lalu lintas belok hanya berlaku untuk tipe P (terlindung), tanpa median dan tipe jalan dua arah. Untuk menghitung faktor penyesuaian akibat lalu lintas belok kanan digunakan rumus 3-9.

$$F_{BKA} = 1,0 + R_{BKA} \times 0,26 \quad (3-9)$$

Sedangkan, untuk menghitung faktor penyesuaian akibat lalu lintas belok kiri digunakan rumus 3.10.

$$F_{BKI} = 1,0 + R_{BKI} \times 0,16 \quad (3-10)$$

### 3.9 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

1. Populasi penduduk suatu kota mempengaruhi pola lalu lintas pada suatu simpang. Karakteristik ini diperhitungkan dalam analisis secara tidak langsung melalui kategori ukuran kota. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{UK}$ ) dibedakan berdasarkan ukuran populasi penduduk, dapat dilihat pada Tabel 3.3

**Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota**

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{UK}$ )
Sangat Besar	>30	1,05
Besar	1,0-3,0	1,00
Sedang	0,5-1,0	0,94
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sangat Kecil	<0,1	0,82

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

### 3.10 Menghitung Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL

#### 3.10.1 Panjang antrian

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, Jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat lampu hijau ( $N_Q$ ) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $N_{Q1}$ ) ditambah jumlah kendaraan (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $N_{Q2}$ ), dihitung menggunakan rumus 3-11.

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \quad (3-11)$$

Jika nilai  $DJ > 0,5$ , maka nilai

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (D_J - 1)^2 + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{c}} \right\} \quad (3-12)$$

Apabila diketahui derajat kejenuhan  $D_J \leq 0,5$ , maka nilai  $N_{Q1} = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times D_J)} \times \frac{Q}{3600} \quad (3-13)$$

Setelah itu, panjang antrian ( $PA$ ) diperoleh dari hasil perkalian  $N_Q$  (skr) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (ekr) yaitu  $20\text{m}^2$ , dibagi lebar masuk (m) seperti pada rumus 3-14 berikut :

$$PA = N_Q \times \frac{20}{LM} \quad (3-14)$$

### 3.10.2 Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti ( $R_{KH}$ ) merupakan rasio kendaraan pada pendekat yang harus terhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut dihitung menggunakan rumus 3-15.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \quad (3-15)$$

Keterangan :

$N_Q$  = jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat hijau

$c$  = waktu siklus (detik)

$Q$  = arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (skr/jam)

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti ( $N_H$ ) adalah jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti ulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang yang dihitung menggunakan rumus 3.16

$$N_H = Q \times R_{KH} \quad (3-16)$$

### 3.10.3 Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan pengendara untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan simpang terjadi karena dua hal yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalu lintas rata-rata dihitung dengan rumus PKJI 2014 yaitu sebagai berikut :

$$T_i = T_{li} + T_{gi} \quad (3-17)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata ( $T_L$ ) pada suatu pendekat dapat dihitung dengan rumus 3-18.

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad (3-18)$$

Tundaan Geometrik ( $T_G$ ) yaitu tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan untuk melewati suatu fasilitas ( misal akibat lengkung horisontal pada suatu persimpangan atau terhenti karena lampu merah). Tundaan geometri dapat dihitung dari rumus 3-19.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3-19)$$

Keterangan :

$P_B$  = porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat