

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Simpang Bersinyal

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok-kanan dan/atau belok-kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu lintas dalam pendekat.

Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_c) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan keluar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

3.2. Geometrik Jalan

Geometrik adalah suatu bangun jalan raya yang menggambarkan tentang bentuk/ukuran jalan raya baik yang menyangkut penampang melintang, memanjang, maupun aspek lain yang terkait dengan bentuk fisik jalan. Secara filosofis, dalam perencanaan (perancangan) bentuk geometrik jalan raya harus ditetapkan sedemikian rupa mal kepada lalulintas sesuai dengan fungsinya.

Geometrik jalan terdiri dari :

a. Tipe jalan

berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan tak terbagi.

b. Lebar jalur lalu lintas

kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan peertambahan lebar jalur lalu lintas.

c. Kereb

kereb sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kerb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terhadap penghalang tetap dekat tepi jalur lalu lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kerb atau bahu.

d. Bahu

Jalan perkotaan tanpa kerb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas, kecepatan pada arus tertentu, akibat pertambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian disisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

e. Median

Median jalan adalah suatu pemisah fisik jalur lalu lintas yang berfungsi untuk menghilangkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan, sehingga pada gilirannya akan meningkatkan keselamatan lalu lintas. Median yang direncanakan dengan baik juga akan dapat meningkatkan kapasitas jalan.

f. Alinyemen Jalan

Alinyemen yang berpengaruh pada kecepatan arus bebas biasanya adalah alinyemen horizontal. Namun karena jari-jarinya di daerah perkotaan tidak terlalu besar maka pengaruh ini di abaikan.

3.3 Kondisi Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik persatuan waktu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam, smp/jam atau LHRT (Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan) (PKJI,2014)

Data arus lalu lintas dibagi dalam tipe kendaraan, yaitu kendaraan tak bermotor (KTB), sepeda motor (SM), kendaraan berat (KB), dan kendaraan ringan (KR). Arus lalu lintas tiap pendekatan dibagi dalam tipe pergerakan, yaitu gerakan belok kiri (B_{ki}), lurus (LRS), dan belok kanan (B_{ka}).

Arus lalu lintas (L) untuk setiap gerakan (belok-kiri B_{ki} , lurus LRS dan belok kanan B_{ka}) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan ringan (ekr) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan :

Tabel 3.1. Ekivalen Kendaraan Ringan (ekr)

Jenis kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan ringan (KR)	1,00	1,00
Kendaraan berat (KB)	1,30	1,30
Sepeda motor (SM)	0,15	0,40

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014

Gerakan belok kiri pada saat sinyal merah (LTOR) diijinkan jika mempunyai lebar pendekatan yang cukup, sehingga dapat melintas pada kendaraan yang lurus

dan belok kanan. Setiap pendekatan harus dihitung perbandingan belok kiri (B_{ki}) dan perbandingan belok kanan (B_{ka}), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$B_{ki} = \frac{Ki(\frac{sm}{jam})}{Total(\frac{sm}{jam})} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$B_{ka} = \frac{Ka(\frac{sm}{jam})}{Total(\frac{sm}{jam})} \dots\dots\dots(3.2)$$

Menurut PKJI (2014) semua arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang dengan menggunakan ekuivalen mobil penumpang (emp) yang diutamakan secara empiris untuk tipe kendaraan yang dikategorikan menjadi 4 (empat) jenis yaitu:

1. Kendaraan ringan (KR), yaitu kendaraan bermotor dua as beroda 4 (empat) dengan jarak as 2-3 (mobil sedan, mobil penumpang, jeep, truk dua as, pickup dan minibus)
2. Kendaraan berat (KB), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya roda lebih dari 4 (empat) (termasuk bis, truk dua as, truk tiga as dan truk kombinasi)
3. Sepeda motor (SM), kendaraan beroda dua atau tiga
4. Kendaraan tak bermotor (KTB), kendaraan dengan roda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

3.4. Penggunaan Sinyal

3.4.1. Menghitung besarnya *Clearance Time*

Besarnya waktu *clearance time* diwujudkan dalam waktu merah semua yang dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{\text{semua}} = \text{Max} \left[\frac{L_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{DKT}}{V_{KDT}} \right] \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

L_{KBR}, L_{KDT}, L_{PK} = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang datang (m)

P_{KBR} = panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{KBR}, V_{KDT} = kecepatan untuk masing-masing kendaraan berangkat, kendaraan datang (m/det)

(sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia , 2014)

Nilai-nilai V_{KBR}, V_{KDT} , dan P_{KBR} tergantung dari kondisi lokasi setempat.

Nilai-nilai berikut ini digunakan sebagai berikut.

V_{KDT} = 10 m/det (kendaraan bermotor)

V_{KBR} = 10 m/det (kendaraan bermotor)

3 m/det (kendaraan tak bermotor misalnya sepeda)

1,2 m/det (pejalan kaki)

P_{KBR} = 5 m (KR atau KB)

2 m (SM atau KTB)

3.4.2. Menentukan besarnya waktu hilang

Apabila periode M_{semua} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hijau hilang total (H_H) untuk simpang untuk setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau.

Menurut PKJI (2014), disebutkan bahwa untuk menentukan besarnya waktu hilang digunakan rumus sebagai berikut ini :

$$H_H = \sum_I (M_{\text{semua}} + K)_i \dots \dots \dots (3.3)$$

Panjang waktu kuning pada APILL perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan 3,0 detik

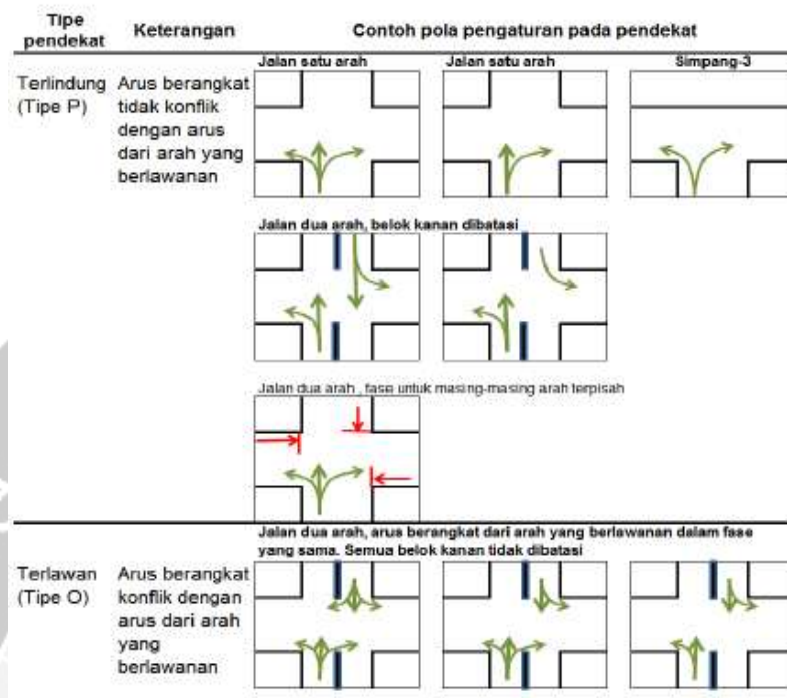
3.5. Menentukan waktu sinyal

3.5.1. Tipe pendekat

Menurut PKJI (2014) tipe pendekat dibedakan menjadi dua tipe yaitu sebagai berikut :

1. Tipe terlawan ($O = \textit{opposed}$), apabila arus berangkat terjadi konflik dengan lalu lintas yang berlawanan
2. Tipe terlindung ($P = \textit{protected}$), apabila pada arus berangkat tidak terjadi konflik dengan lalu lintas dari arah yang berlawanan.

Sebagai pedoman penentuan tipe pendekat *opposed* dan *protected* dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.1 penentuan Tipe Pendekat

(Sumber : Pedoman Kpasitas Jalan Indonesia 2014)

3.5.2. Lebar Pendekat efektif L_E

Lebar pendekat efektif (L_E), untuk pendekat dengan pulau lalu lintas ataupun tanpa pulau lalu lintas dapat ditentukan dengan rumus berikut ini :

1. Jika $L_{BKIJ} \geq 2m$

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan B_{KIJT} dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekatan selama isyarat merah.

Selanjutnya arus lalu lintas belok ke kiri langsung (Q_{BKIJT}) dari perhitungan selanjutnya arus yang dihitung adalah $Q = Q_{LRS} + Q_{BKa}$. Persamaan untuk penentuan lebar efektif dengan rumus sebagai berikut ini :

$$L_E = \text{Min} (L - L_{BKIJT})$$

$$= \text{Min } L_{\text{masuk}} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Jika } L_K < L_{MX} (1 - R_{BKa}), \text{ maka } L_E = L_K \dots\dots\dots(3.5)$$

Selanjutnya arus lalu lintas yang lurus saja yaitu Q_{LRS} .

2. jika $L_{BKijT} < 2m$

Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan B_{KijT} tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat sinyal merah. Selanjutnya arus lalu lintas belok kiri langsung (B_{KijT}).

Persamaan untuk penentuan lebar pendekat efektif dengan rumus sebagai berikut:

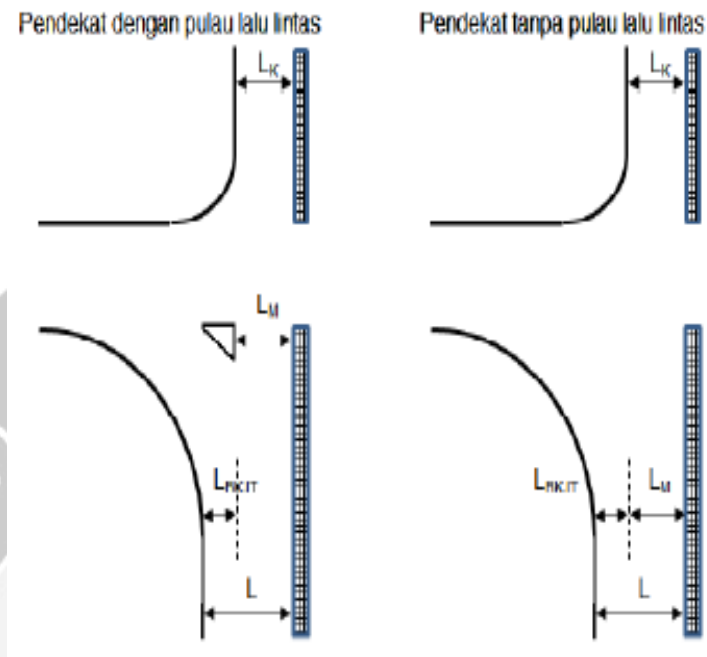
$$\begin{aligned} L_E &= \text{Min} \cdot L \\ &= \text{Min} \cdot (L_{\text{Masuk}} + L_{BKijT}) \\ &= \text{Min} \cdot (L \cdot 1 + R_{BKijT}) - L_{BKijT} \end{aligned}$$

$$\text{Jika } L_K < L_{MX} (1 - R_{BKa} - R_{BKijT}), \text{ maka } L_E = L_K \dots\dots\dots(3.6)$$

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

Sebagai pedoman untuk menentukan nilai $L_M = L - L_{BKijT}$ untuk pendekat dengan pulau lalu lintas maupun tanpa pulau lalu lintas dapat dilihat pada gambar

3.2. di bawah ini:



Gambar 3.2. Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

3.5.3. Arus jenuh dasar

Arus jenuh (S , skr/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) yaitu besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

1. Untuk pendekat arus terlindung S_0

Arus jenuh dasar dapat dihitung dengan rumus di bawah ini sebagai berikut:

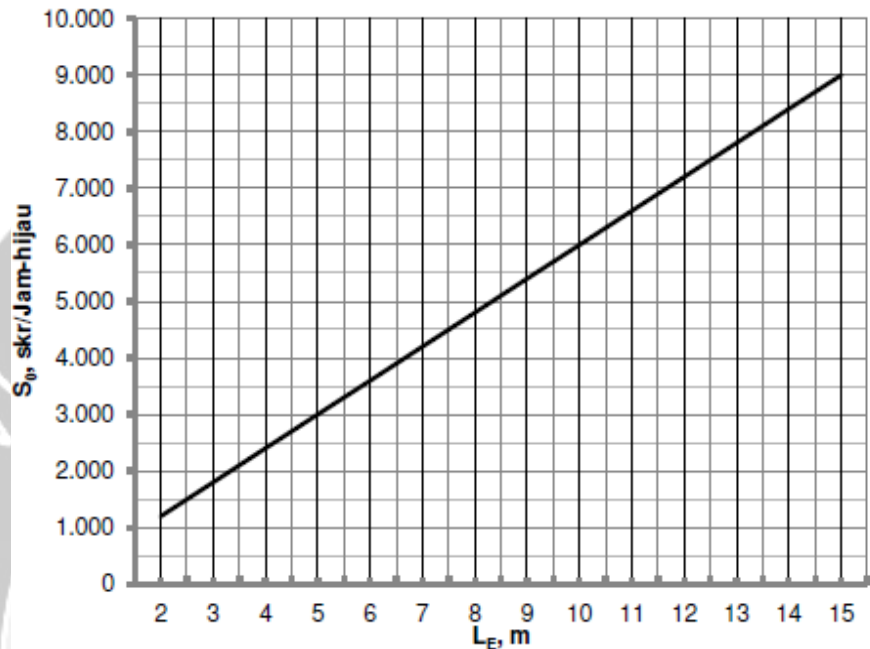
$$C = 600 \times L_E \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

S_0 = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

L_E = lebar efektif pendekat (m)

Atau dengan menggunakan Gambar 3.3. Arus jenuh Dasar untuk tipe pendekat arus terlindung S_0 di bawah ini:

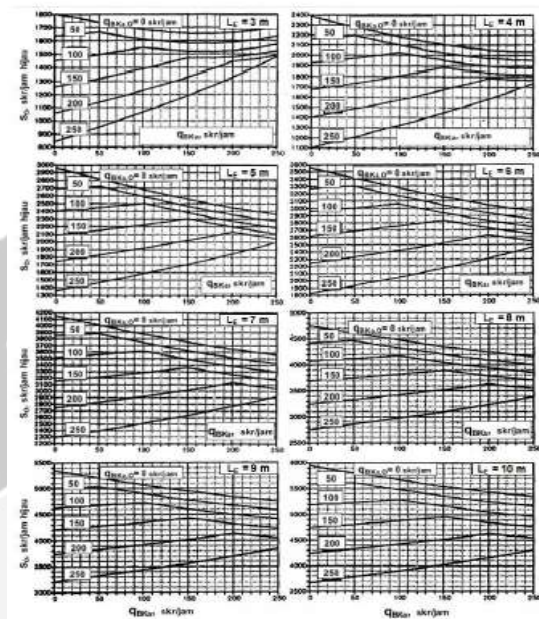


Gambar 3.3. Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P)
(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

2. Untuk pendekat tipe O (arus terlawan/ *Opposed*)

Arus jenuh dasar (S_0) ditentukan berdasarkan Gambar 3.4 (untuk pendekat tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah) dan Gambar 3.5 (untuk tipe pendekat tipe O dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai berikut :

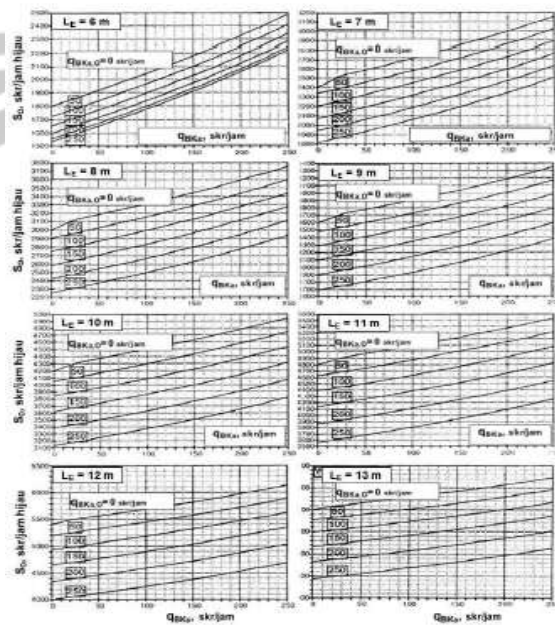
Penentuan S_0 untuk pendekat tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah dapat dilihat pada Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa jalur belok kanan terpisah

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

Penentuan S_0 untuk pendekat tipe O dengan lajur belok kanan terpisah dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5. Aruh jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang dilengkapi lajur belok kanan terpisah

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

3.6. Faktor Penyesuaian

Penetapan faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar dipakai untuk kedua tipe pendekat S_O dan O, yaitu :

1. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{UK})

Penentuan faktor penyesuaian ukuran kota F_{UK} disajikan dalam tabel 3.2

Tabel 3.2. Faktor penyesuaian Ukuran Kota

Jumlah penduduk kota (Juta Jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota F_{UK}
>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 : Pedoman Kapasits Jalan Indonesia 2014)

Adapun untuk klasifikasi kelas ukuran kota menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 disajikan dalam tabel 3.3. berikut ini :

Tabel 3.3. kelas ukuran kota

Jumlah penduduk kota (Juta Jiwa)	Kelas Ukuran Kota
>3,0	Sangat besar
1,0-3,0	Besar
0,5-1,0	Sedang
0,1-0,5	Kecil
<0,1	Sangat kecil

(Sumber : Pedoman Kapasits Jalan Indonesia 2014)

2. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS})

Penentuan besarnya faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS}) ditentukan dari Tabel 3.4. berikut ini :

Tabel 3.4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan Samping dan Kendaraan tak bermotor.

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (KOM)	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
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	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	Tinggi/	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Sedang/	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88
	Rendah							

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Adapun tingkat hambatan samping yang telah dikelompokkan dalam lima kelas dapat dilihat pada Tabel 3.5. berikut ini :

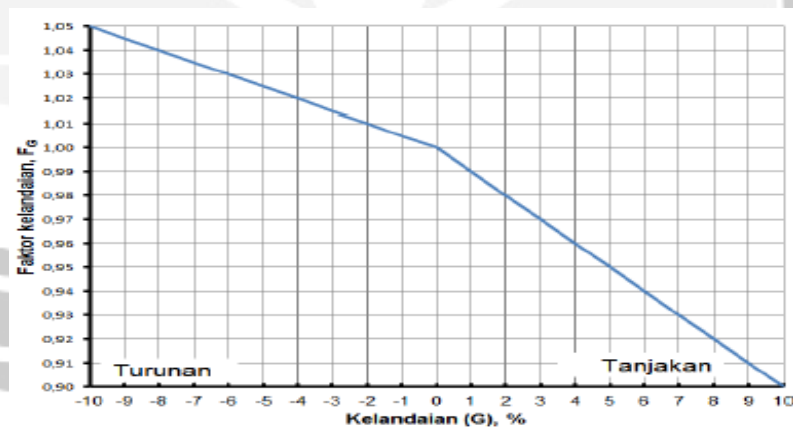
Tabel 3.5. Kelas Hambatan Untuk Jalan Perkotaan

Kelas Hambatan Samping	Nilai frekuensi kejadian (dikedua sisi) dikali bobot	Ciri-ciri khusus
Sangat rendah, SR	<100	Daerah Permukiman, tersedia jalan lingkungan (<i>frontage road</i>).
Rendah, R	100-299	Daerah Permukiman, ada beberapa angkutan umum (angkot).
Sedang, S	300-499	Daerah Industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan.
Tinggi, T	500-899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi.
Sangat tinggi, ST	>900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan.

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

3. Faktor kelandaian (F_G)

Penentuan faktor kelandaian (F_G) dapat dilihat pada Gambar 3.6. berikut ini :



Gambar 3.6. Faktor penyesuaian untuk Kelandaian (F_G)

(sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

4. Faktor koreksi parkir (F_P)

Besarnya faktor koreksi parkir dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini:

$$F_P = \frac{\left[\frac{L_P}{3} - \frac{(L-2) \times \left(\frac{L_P}{3} - g \right)}{L} \right]}{H}$$

Keterangan :

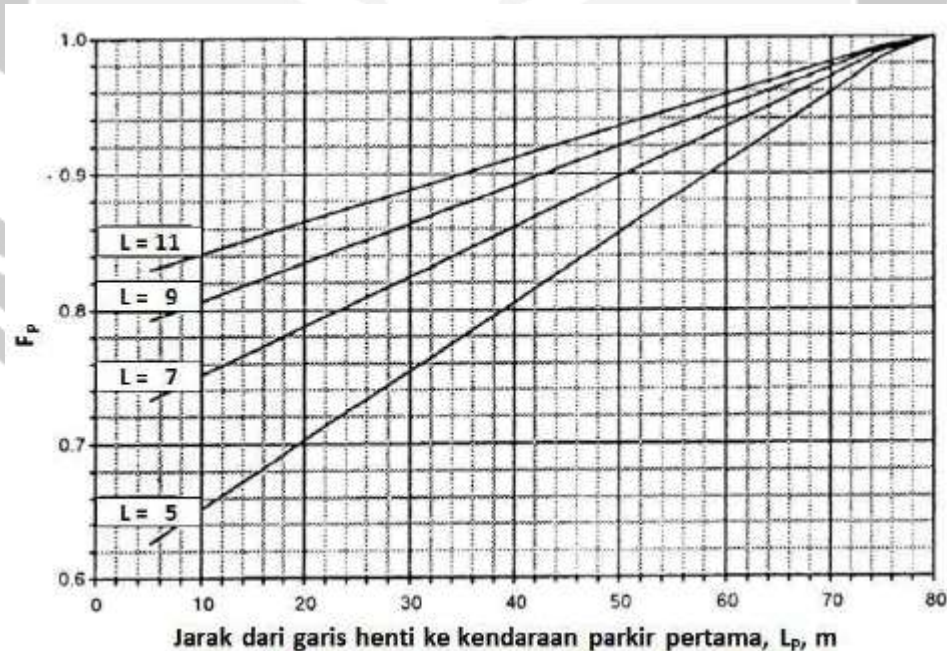
L_P = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama pada lajur belok kiri atau panjang dari lajur belok kiri yang pendek (m)

L = lebar pendekat (m)

H = waktu hijau pada pendekat yang ditinjau (nilai normalnya 26 detik)

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Penentuan besarnya faktor penyesuaian parkir (F_P) juga dapat ditentukan dari Gambar 3.7. di bawah ini:



Gambar 3.7 Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir (F_P).

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

5. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa})

Penentuan besar faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (R_{BKa}). Faktor penyesuaian belok kanan dihitung hanya pada pendekatan P (*Protected*/ arus terlindung). Faktor penyesuaian belok kanan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

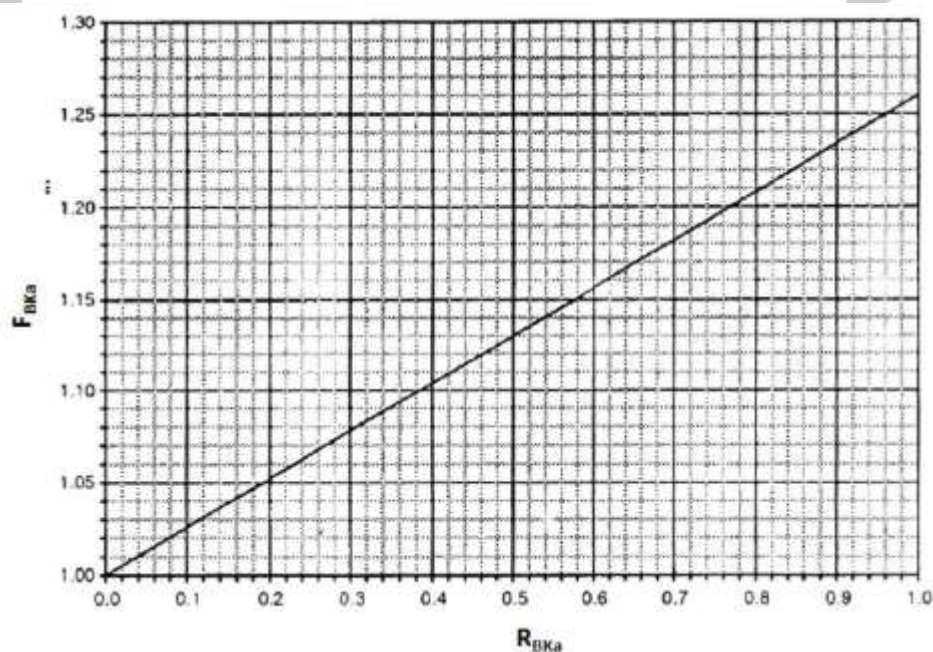
$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

F_{BKa} = Faktor penyesuaian belok kanan

R_{BKa} = Persentase belok kanan

Penentuan faktor penyesuaian belok kanan (F_{BKa}) dapat dicari dengan menggunakan Gambar 3.8. berikut ini :



Gambar 3.8. Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{BKa})

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

6. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{BK_i})

Penentuan besar faktor penyesuaian belok kiri (F_{BK_i}) ditentukan sebagai fungsi rasio belok kiri R_{BK_i} . Faktor penyesuaian belok kiri dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini :

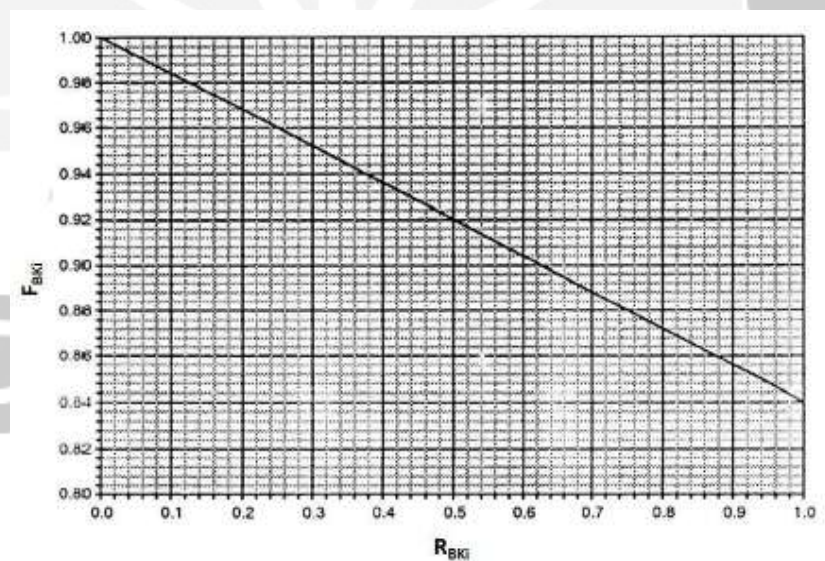
$$F_{BK_i} = 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan :

F_{BK_i} = Faktor penyesuaian belok kiri

R_{BK_i} = Persentase belok kiri

Besarnya nilai penyesuaian belok kiri juga dapat diperoleh dari Gambar 3.9. berikut ini :



Gambar 3.9. Faktor penyesuaian belok kiri F_{BK_i}

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

3.7. Perhitungan arus jenuh yang disesuaikan

Setelah faktor penyesuaian ditentukan, nilai arus jenuh yang disesuaikan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

F_{UK} = Faktor penyesuaian S_0 terkait ukuran kota

F_{HS} = Faktor penyesuaian S_0 akibat HS lingkungan jalan

F_G = Faktor penyesuaian S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat

F_{BK_a} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan

F_{BK_i} = Faktor penyesuaian S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

3.7.1. Rasio arus/ arus jenuh

Rasio arus jenuh (*flow ratio*) yang terjadi pada tiap-tiap pendekat pada kaki samping dengan fase yang sama, merupakan perbandingan antara arus (*flow* = Q) dan arus jenuh (*saturation* = S). besarnya arus jenuh dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$R_{Q/S} = Q/S \dots \dots \dots (3.12)$$

Keterangan :

$R_{Q/S}$ = Rasio arus jenuh

Q = Jumlah arus lalu lintas (smp/jam)

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

3.7.2. Waktu siklus dan waktu hijau (C_{bp})

1. waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{bp}) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus berikut ini :

$$C_{bp} = (1,5 \times H_H + 5) / (1 - \sum R_{Q/S \text{ kritis}}) \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan :

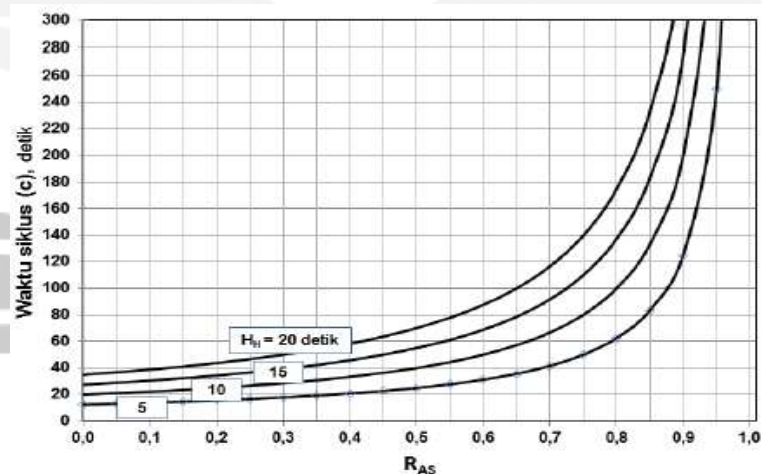
c = Waktu siklus (detik)

H_H = Jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik)

$R_{Q/S}$ = Rasio arus jenuh

$\sum R_{Q/S \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang

Penentuan besarnya waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{bp}) juga dapat diperoleh pada Gambar 3.10. berikut ini :



Gambar 3.10 Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian C_{bp}

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Untuk memperoleh waktu siklus optimal, sebaiknya memperhatikan batasan-batasan yang dianjurkan dapat dilihat pada Tabel 3.6 di bawah ini ;

Tabel 3.6. Waktu siklus yang layak

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua-fase	40-80
Pengaturan tiga-fase	50-100
Pengaturan empat-fase	80-130

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Nilai-nilai yang lebih rendah yang dipakai untuk simpang dengan lebar jalan <10 m, nilai yang lebih tinggi digunakan untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyebrang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus simpang yang sangat khusus (simpang yang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi dari pada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut adalah tidak mencukupi.

2. Waktu hijau

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam satu pendekat (det) yang dihitung dengan rumus berikut ini :

$$H_i = (c - H_H) \times R_{Q/S} / \sum_i (R_{Q/S \text{ kritis}})_i \dots \dots \dots (3.14)$$

Keterangan :

H_i = waktu hijau pada fase i (detik)

i = indeks untuk fase ke i.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan.

3.7.3 Kapasitas

Kapasitas untuk menyatakan kemampuan jalan maupun simpang dan kondisi lalu lintas di mana kapasitas diaplikasikan sebagai jumlah kendaraan yang melalui titik pada suatu jalan maupun simpang. Besarnya nilai kapasitas dapat dihitung sebagai berikut ini :

$$\text{Kapasitas (C)} = S \times H / c \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan :

C = kapasitas simpang APIIL (skr/jam)

S = arus jenuh (skr/jam)

H = total waktu hijau dalam satu siklus (detik)

c = waktu siklus (detik)

nilai kapasitas dipakai untuk menghitung derajat kejenuhan (D_j) untuk masing-masing pendekatan dengan rumus :

$$D_j = Q / c \dots\dots\dots(3.16)$$

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

3.8. Panjang Antrian

Panjang antrian yaitu jumlah rata-rata antrian skr pada awal sinyal hijau (N_Q) dihitung sebagai jumlah skr tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{Q1})

ditambah jumlah kendaraan skr yang datang selama fase merah (N_{Q2}) dapat dirumuskan sebagai berikut ini :

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \dots\dots\dots(3.17)$$

Persamaan untuk penentuan jumlah antrian skr (N_{Q1}) yang tersisa dari fase hujan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (DJ - 1)^2 + \sqrt{\frac{8 \times (DJ - 0,5)}{c}} \right\} \dots\dots\dots(3.18)$$

Jika $DJ > 0,5$; maka $N_{Q1} = 0$

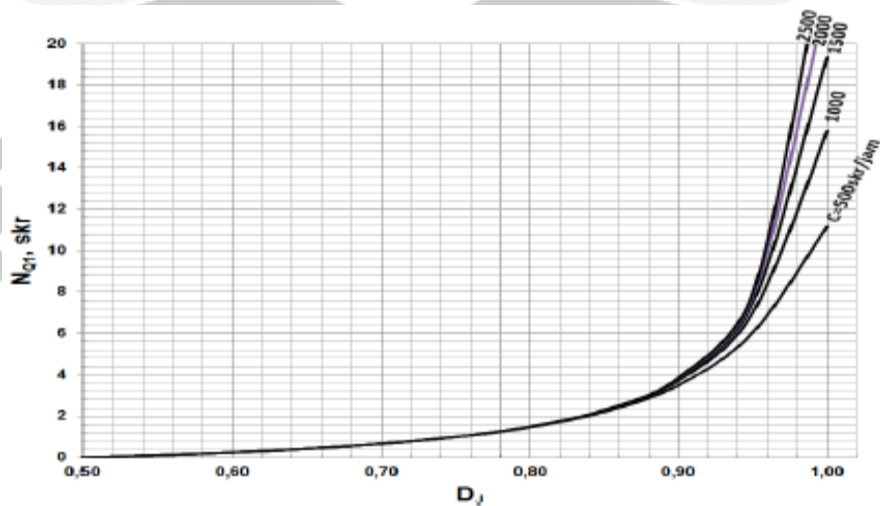
Keterangan :

N_{Q1} = jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DJ = derajat kejenuhan

C = kapasitas

Atau dapat dicari dengan menggunakan Gambar 3.11 berikut ini :



Gambar 3.11 jumlah kendaraan antri (skr) dari sisa fase sebelumnya

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Penentuan besarnya nilai jumlah antrian skr yang datang pada fase merah (N_{Q2}), dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(3.19)$$

Keterangan :

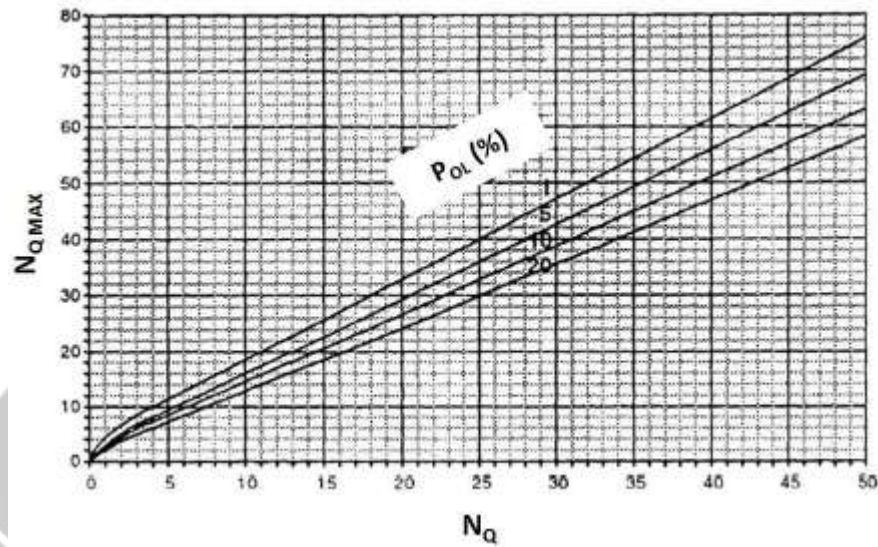
N_{Q2} = Jumlah skr yang datang selama fase merah

RH = Rasio hijau

c = Waktu siklus (detik)

Q = Arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (skr/ jam)

Untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diijinkan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%) dan NQ_{max} . Untuk perancang dan perencanaan disarankan $P_{OL} \leq 5 \%$, untuk operasi suatu nilai $P_{OL} = 5 - 10 \%$ mungkin dapat diterima. Dapat dicari dengan menggunakan Gambar 3.12. berikut ini :



Gambar 3.12. Jumlah Antrian Maksimun ($N_{Q_{max}}$), skr, sesuai dengan peluang untuk bebab lebih (P_{OL}) dan N_Q

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Menurut PKJI (2014), panjang antrian PA diperoleh dari perkalian N_Q dengan luas rata-rata yang dipergunakan oleh

Satu kendaraan ringan (ekr) yaitu $20m^2$ dan pembagian dengan lebar masuk seperti yang dirumuskan di bawah ini :

$$PA = N_Q \times \frac{20}{LM} \dots\dots\dots(3.20)$$

3.9. Kendaraan Terhenti

R_{KH} , yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap arus pada fase. Angka henti R_{KH} dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(3.21)$$

Keterangan :

NQ = Jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat hijau

c = Waktu siklus (detik)

Q = Arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (skr/jm)

Setelah besarnya nilai angka henti diketahui maka jumlah kendaraan (N_H) masing-masing pendekat dapat dicari dengan rumus berikut ini :

$$N_H = Q \times R_{KH} \dots \dots \dots (3.22)$$

Maka besarnya angka henti seluruh simpang dicari dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam. Angka henti total R_{KH} dapat dihitung dengan rumus :

$$R_{KH_{TOT}} = \sum N_H / Q_{TOT} \dots \dots \dots (3.23)$$

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

3.10. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui sebuah simpang, apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang tundaan terdiri dari :

1. Tundaan lalu lintas (TL) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Besarnya tundaan lalu lintas (TL), dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$TL = C \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{NQ \times 3600}{c} \dots \dots \dots (3.24)$$

Keterangan :

TL = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/skr)

c = Waktu siklus (detik)

RH = Rasio hijau

DJ = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas

NQ_1 = jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

2. Tundaan geometrik (TG)

Tundaan geometrik (TG) adalah disebabkan karena perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di persimpangan dan atau yang terhenti oleh lampu merah.

Tundaan geometrik (DG) rata – rata pada masing – masing pendekat akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan atau ketika dihentikan oleh lampu merah. Penetapan besarnya nilai tundaan geometrik dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \dots\dots\dots(3.25)$$

Keterangan :

P_B = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat

RH = Rasio hijau

TG = Tundaan geometrik

Penetapan tundaan total pendekat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini :

$$T = TL + TG \dots\dots\dots(3.26)$$

$$TG_{TOT} = T \times Q \dots\dots\dots(3.27)$$