

BAB III LANDASAN TEORI

A. Kondisi Simpang Bersinyal

1. Kondisi geometrik dan lingkungan

Kondisi geometri digambarkan dalam bentuk sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, lebar bahu dan lebar median serta petunjuk arah untuk tiap lengan simpang. Lebar *approach* untuk tiap lengan diukur kurang lebih sepuluh meter dari garis henti. Kondisi lingkungan jalan antara lain menggambarkan tipe lingkungan jalan yang dibagi dalam tiga tipe, yaitu; komersial, pemukiman dan akses terbatas.

a. Lebar efektif *approach*

Perhitungan lebar efektif (W_e) pada tiap *approach* didasarkan pada informasi tentang lebar *approach* (W_A), lebar entry (W_{ENTRY}) dan lebar exit (W_{EXIT}).

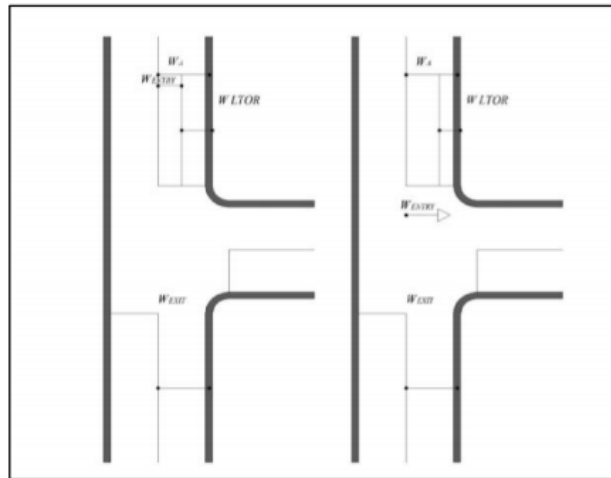
1) Untuk *approach* tanpa belok kiri langsung (LTOR)

Periksa W_{EXIT} , jika $W_{EXIT} < W_E \times (1 - \rho_{RT} - \rho_{LTOR})$, W_E sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{EXIT} dan analisis penentuan waktu sinyal pendekat ini dilakukan hanya untuk lalu lintas lurus saja, untuk menghitungnya digunakan persamaan 3.1.

$$Q = Q_{ST} \dots\dots\dots(3.1)$$

2) Untuk *approach* dengan belok kiri (LTOR)

W_E dapat dihitung untuk pendekat dengan atau tanpa pulau lalu lintas, seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 penentuan lebar efektif

Sumber : MKJI 1997

- b. $W_{LTOR} \geq 2$ m, dengan anggapan kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.
- 1) Arus lalulintas belok kiri langsung Q_{LTOT} dikeluarkan dari perhitungan selanjutnya, yaitu $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$
 Penentuan lebar pendekat efektif dengan cara:
 $W_e = \text{Min}$
 - 2) Periksa WEXIT (hanya untuk approach tipe P) Jika $W_{EXIT} < W_e \times (1 - \rho_{RT} - \rho_{LTOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan nilai WEXIT dan analisis penentuan waktu sinyal pendekat ini dilakukan hanya untuk lalulintas baru saja, yaitu $Q = Q_{ST}$
- c. $W_{LTOR} < 2$ m dengan anggapan bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah. 1) Dengan cara memasukan persamaan Q_{LTOR} dalam perhitungan selanjutnya
 $W_e = \text{min } W_{EXIT} + W_{LTOR} \times (1 + \rho_{LTOR}) - W_{LTOR}$ 2) Periksa WEXIT (hanya untuk approach tipe P) Jika $W_{EXIT} < W_e \times (1 - \rho_{RT} - \rho_{LTOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan WEXIT, dan analisis penentuan waktu sinyal pendekat ini dilakukan hanya untuk lalulintas lurus saja, yaitu $Q = Q_{ST}$

B. Kondisi arus lalulintas

Data lalulintas dibagi dalam tipe kendaraan yaitu kendaraan tidak bermotor (UM), sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Menurut MKJI (1997), kendaraan tidak bermotor dikategorikan sebagai hambatan samping. Untuk perhitungan arus lalu lintas digunakan satuan smp/jam yang dibagi dalam dua tipe yaitu arus terlindung (*protected traffic flow*), dan arus berlawanan arah (*opposed traffic flow*), yang tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan. Nilai konversi ini diterangkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai konversi smp

No	Klasifikasi	Jenis Kendaraan
1	<i>Light Vehicle (LV)</i>	Sedan, jeep, oplet, microbus, pick up
2	<i>Heavy Vehicle (HV)</i>	Bus standar, bus besar, truk, sedang, truk berat
3	<i>Motor Cycle (MC)</i>	Sepeda motor dan sejenisnya
4	<i>Unmotorised Vehicle (UM)</i>	Becak, sepeda, andong, dan sejenisnya

Sumber : MKJI, 1997

1. Kapasitas

Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan formula dibawah ini:

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus yang ditentukan (detik)

2. Perhitungan penilaian arus jenuh (S)

Yang dimaksud dengan arus jenuh adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) untuk keadaan ideal dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dalam satuan smp/jam hijau. Perhitungan ini dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \text{ smp/jam hijau} \dots \dots \dots (3. 3)$$

dengan :

S_0 = arus jenuh dasar

Fcs = faktor koreksi ukuran kota

FCS = faktor koreksi gangguan samping

F_G = faktor koreksi kelandaian

F_P = faktor koreksi parkir

F_{RT} = faktor koreksi belok kanan

F_{LT} = faktor koreksi belok kiri

3. Arus jenuh dasar (S_0)

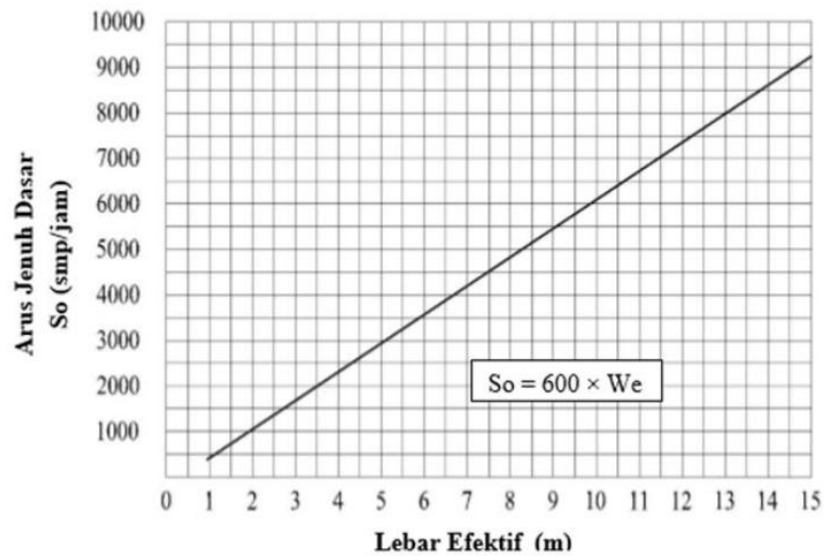
Arus jenuh dasar dibagi menjadi 2 tipe yaitu 1) tipe *approach* O (arus terlawan), 2) tipe *approach* P (arus terlindung).

a. Untuk tipe *approach* O Arus jenuh dasar didapat dari grafik yang terdapat dalam MKJI 1997 (untuk *approach* tanpa garis pemisah belok kanan) dan grafik 2-52 (untuk *approach* dengan garis pemisah belok kanan). S_0 sebagai fungsi dari lebar efektif (W_e), lalu lintas belok kanan (QRTO). Cara menggunakan gambar adalah dengan cara mencari nilai arus dengan lebar *approach* yang lebih besar dan lebih kecil dari W_e aktual dan kemudian diinterpolasi.

b. Untuk tipe *approach* P

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau), atau}$$

$$S_0 = 750 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)}$$



Gambar 3.2 Arus Jenuh dasar untuk Tipe Pendekat

Sumber : MKJI (*Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

4. Faktor koreksi ukuran kota (F_{CS}) ditentukan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

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, 1997*)

5. Faktor koreksi hambatan samping (FSF)

Faktor koreksi hambatan samping (FSF) merupakan fungsi dari tipe lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor. Jika gangguan samping tidak diketahui dapat diasumsikan nilai

yang tinggi agar tidak terjadi over estimate untuk kapasitas. Faktor ini dapat ditentukan berdasar Tabel 3.3 Penentuan tipe approach dengan tipe terlindung (P) atau terlawan (O) didasarkan pada teori pada Gambar 3.3.

Tabel 3. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

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 (O)	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung (P)	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan (O)	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung (P)	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan (O)	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung (P)	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan (O)	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung (P)	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan (O)	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung (P)	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan (O)	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung (P)	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	T/S/R	Terlawan (O)	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung (P)	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

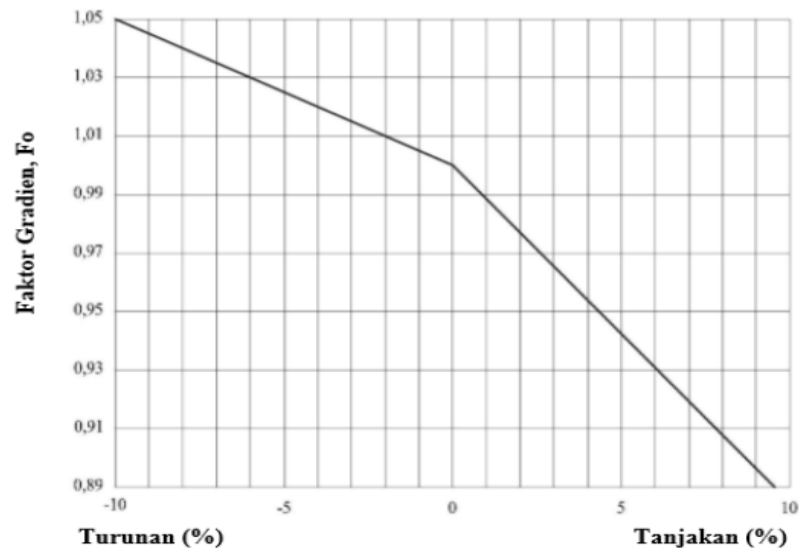
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tipe <i>Approach</i>	Keterangan	Contoh Konfigurasi <i>Approach</i>		
		1 – jalur	1 – jalur	T - <i>junction</i>
Terlindung (P)	Tanpa Konflik lalulintas dari arah berlawanan			
		2 – jalur pembatasan belok kanan		
		2 – jalur dengan pembatasan fase sinyal tiap arah		
Berlawanan (O)	Terjadi konflik lalulintas dari arah berlawanan	2 – jalur lalulintas berlawanan pada fase yang sama, tidak ada pembatas belok kanan		

Gambar 3. 3 Penentuan Tipe *Approach*

Sumber : MKJI (*Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

6. Faktor koreksi gradien (FG) adalah fungsi dari kelandaian lengan simpang ditentukan dari Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Faktor Koreksi Gradien Fc

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

7. Faktor koreksi parkir (FP)

Faktor koreksi parkir (FP) adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar *approach* ditentukan dari formula di bawah ini ataudipelihatkan dalam Gambar 3.5.

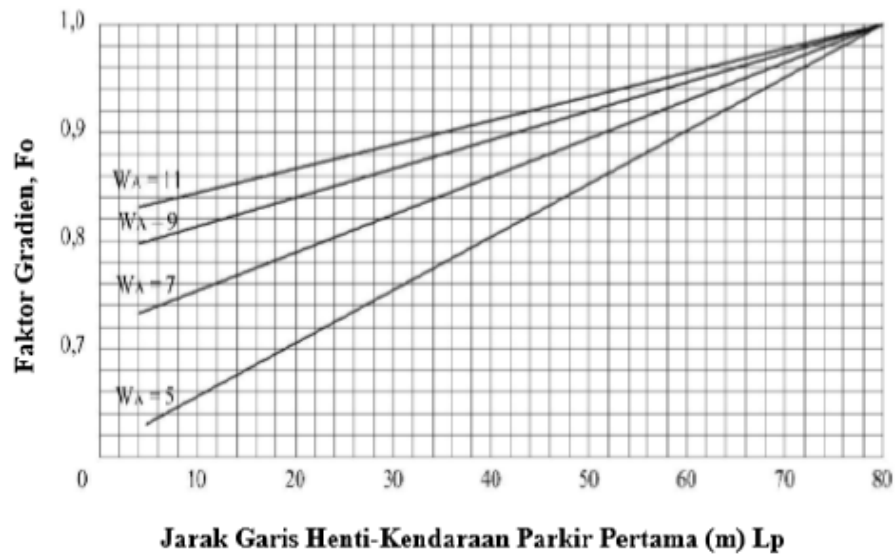
$$FP = (Lp / 3 - (WA - 2) \times (Lp / 3 - g) / WA) / g \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :

LP = jarak antar garis henti dan kendaraan yang parkir pertama

WA = lebar *approach* (m)

G = waktu hijau *approach* yang bersangkutan (detik)



Gambar 3. 5 Faktor Koreksi Parkir

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

8. Faktor koreksi belok kanan (*FRT*)

Faktor koreksi belok kanan (*FRT*), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan (*pRT*). Faktor ini hanya untuk tipe approach P, jalan dua lajur dan diperlihatkan pada gambar 3.6. Untuk jalan dua lajur tanpa median, kendaraan yang belok kanan terlindung dengan tipe approach P, cenderung untuk melewati garis tengah sebelum garis henti ketika mengakhiri belokannya. Kasus ini akan menambah arus jenuh dengan perbandingan yang tinggi pada lalu lintas belok kanan.

Gerakan belok kiri pada saat lampu merah (*left turn on red, LTOR*) diijinkan jika mempunyai lebar *approach* yang cukup sehingga dapat melintasi antrian pada kendaraan yang lurus dan belok kanan. Setiap approach harus dihitung perbandingan belok kiri (*pLT*) dan perbandingan kanan (*pRT*), yang diformulasikan dibawah ini:

$$\rho_{LT} = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots \dots \dots (3.5)$$

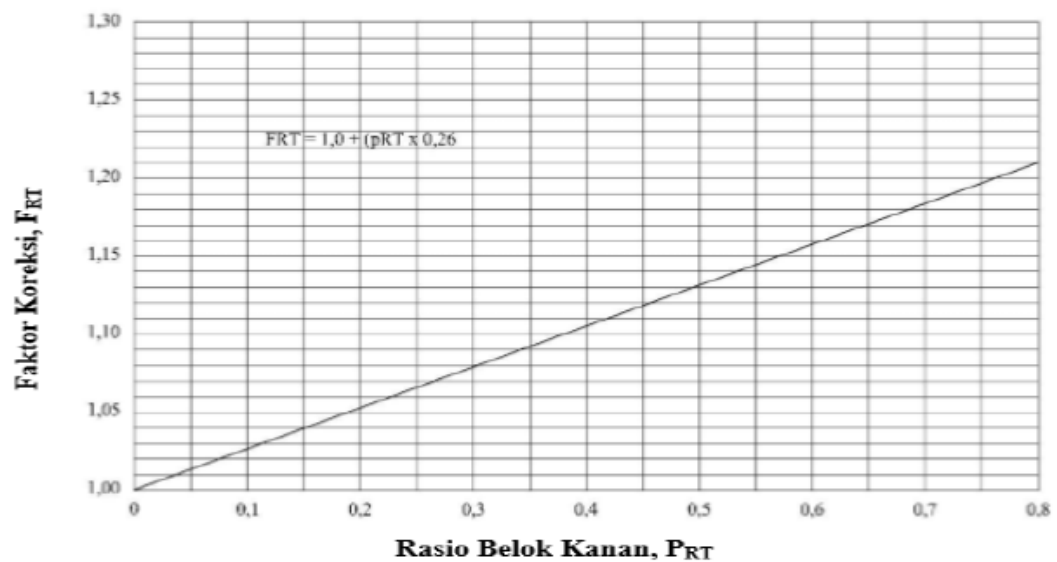
$$\rho_{RT} = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(3. 6)$$

Dengan:

LT = arus lalu lintas belok kiri

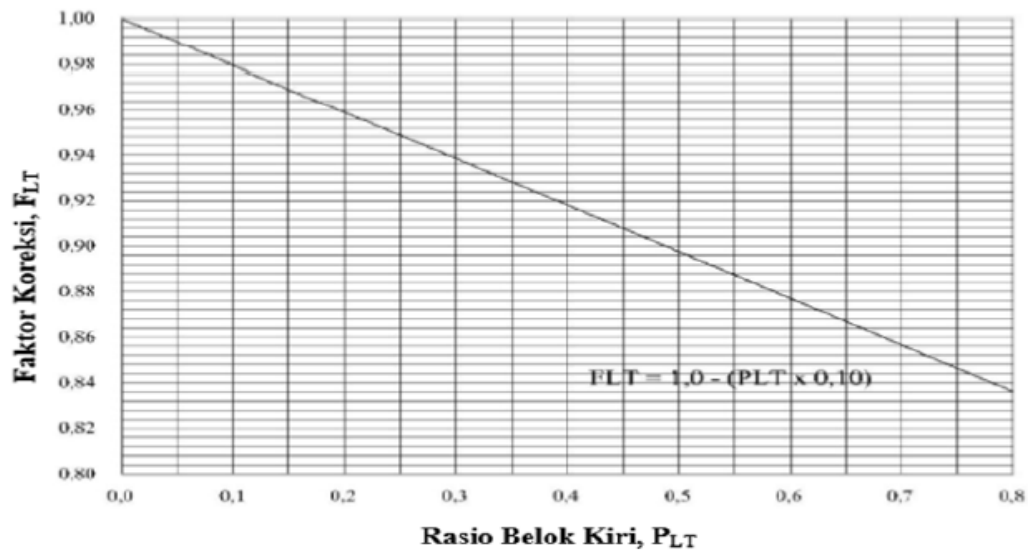
RT = arus lalu lintas belok kanan

9. Faktor koreksi belok kiri (*FLT*), ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri (ρ_{LT}). Faktor ini hanya untuk tipe approach tanpa LTOR (Gambar 3.7)



Gambar 3. 6 Faktor Koreksi Belok Kanan

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)



Gambar 3. 7 Faktor Koreksi Belok Kiri

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

Dalam approach yang terlindung, tanpa perlengkapan untuk LTOR, kendaraan yang belok kiri cenderung menurun pelan dan dapat mengurangi arus jenuh pada approach. Pada umumnya lebih pelan pada lalu lintas dalam approach tipe O dan tidak ada koreksi yang dimasukkan pada perbandingan untuk belok kiri.

10. Derajat jenuh

Dari perhitungan kapasitas dapat dicari nilai derajat jenuh dengan rumus dibawah ini:

$$ds = Q/C \dots\dots\dots (3. 7)$$

dengan :

ds = derajat jenuh

Q = arus lalulintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

11. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua})

Waktu siklus untuk fase, dapat dihitung dengan rumus atau gambar di bawah ini. Waktu siklus hasil perhitungan ini merupakan waktu siklus optimum, yang akan menghasilkan tundaan terkecil.

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \dots \dots \dots (3.8)$$

dengan :

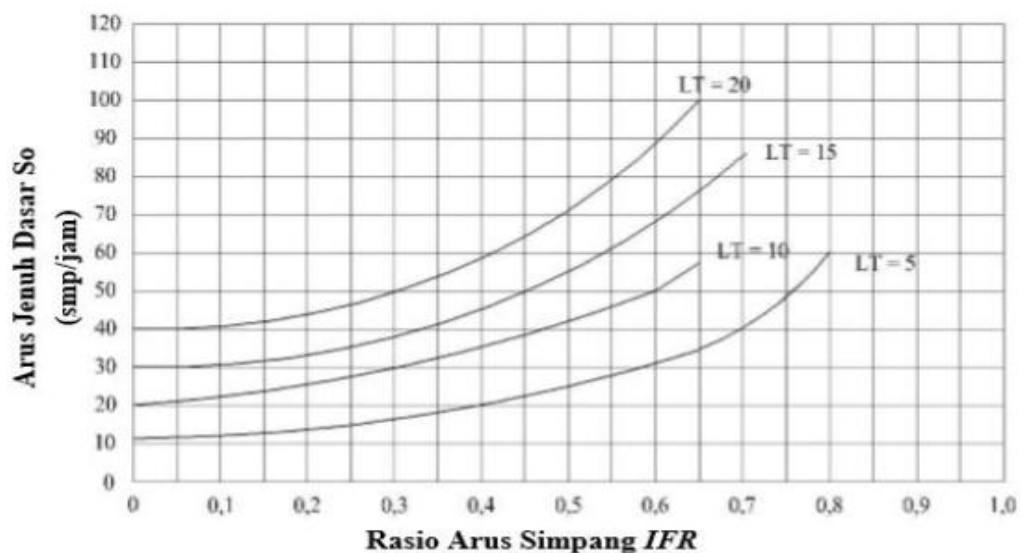
C_{ua} = waktu siklus sinyal (detik)

LTI = total waktu hilang persiklus (detik)

IFR = perbandingan arus simpang Σ (FRCRIT)

Jika alternatif sinyal yang direncanakan dievaluasi, menghasilkan nilai yang rendah untuk

($IFR = LT/c$), maka hasil ini akan lebih efisien.



Gambar 3. 8 Penentuan Waktu Siklus

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Waktu siklus yang dihasilkan diharapkan sesuai batas yang disarankan oleh MKJI 1997, sebagai pertimbangan teknik lalu lintas, yang diterangkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 3. 5 Waktu Siklus Yang Disarankan

Tipe Kontrol	Waktu siklus yang layak (detik)
2 fase	40 - 80
3 fase	50 - 100
4 fase	80 - 130

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

Waktu siklus yang rendah biasanya pada simpang dengan lebar lebih kecil dari 10 m, sedangkan pada simpang yang lebarnya lebih dari 10 m, biasanya mempunyai waktu siklus yang lebih besar pula. Waktu siklus yang lebih rendah dari yang disarankan akan menyebabkan lebih sulit bagi pejalan kaki untuk menyebrang jalan, hal ini dapat menjadi pertimbangan. Sedangkan waktusiklus yang lebih besar (> 130 detik) harus dihindarkan, kecuali untuk kasus yang sangat khusus. Waktu siklus ini akan menghasilkan kapasitas simpang yang cukup besar.

b. Waktu hijau (g)

Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus di bawah ini:

$$g_i = (cua - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (3. 9)$$

dengan :

g_i = waktu hijau dalam fase – i (detik)

cua = waktu siklus yang ditentukan (detik)

LTI = total waktu hilang persiklus

PR_i = perbandingan fase $FRCRIT \div \Sigma (FRCRIT)$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindarkan. Hal ini mungkin menghasilkan terlalu banyak pengemudi yang berlawanan setelah lampu merah dan kesulitan bagi pejalan kaki ketika menyebrang jalan.

c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Waktu siklus ini berdasar pada pembulatan waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang (LTI).

$$C = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (3. 10)$$

d. Perbandingan arus dengan arus jenuh

Perhitungan perbandingan arus (Q) dengan arus jenuh (S) untuk tiap *approach* menggunakan persamaan di bawah ini.

$$FR = Q / S \dots\dots\dots (3. 11)$$

Perbandingan arus kritis (FRCRIT) yaitu nilai perbandingan arus tertinggi dalam tiap fase. Jika nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase dijumlahkan, akan didapat perbandingan arus simpang.

$$IFR = \Sigma(FRCRIT) \dots\dots\dots (3. 12)$$

Penghitungan perbandingan fase (phase ratio, PR) untuk tiap fase merupakan suatu fungsi perbandingan antara FRCRIT dan IFR.

$$PR = FRCRIT / IFR$$

a. Panjang antrian

Dari nilai derajat jenuh dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu. Didapat formula dan Gambar 3.9.

Untuk $ds > 5$

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

Untuk $ds \leq 5$

$$NQ_1 = 0$$

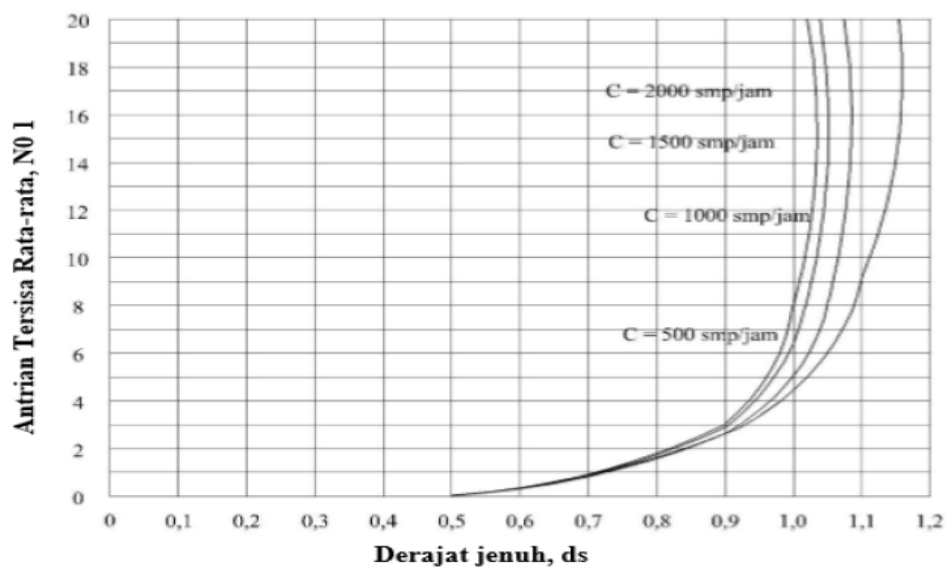
dengan:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

ds = derajat jenuh

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) = $S \times GR$



Gambar 3. 9 Jumlah Antrian Kendaraan

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2), dengan formula berikut.

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times ds} \times \frac{Q}{3600} \dots \dots \dots (3. 13)$$

dengan:

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

Q = volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

C = waktu siklus (detik)

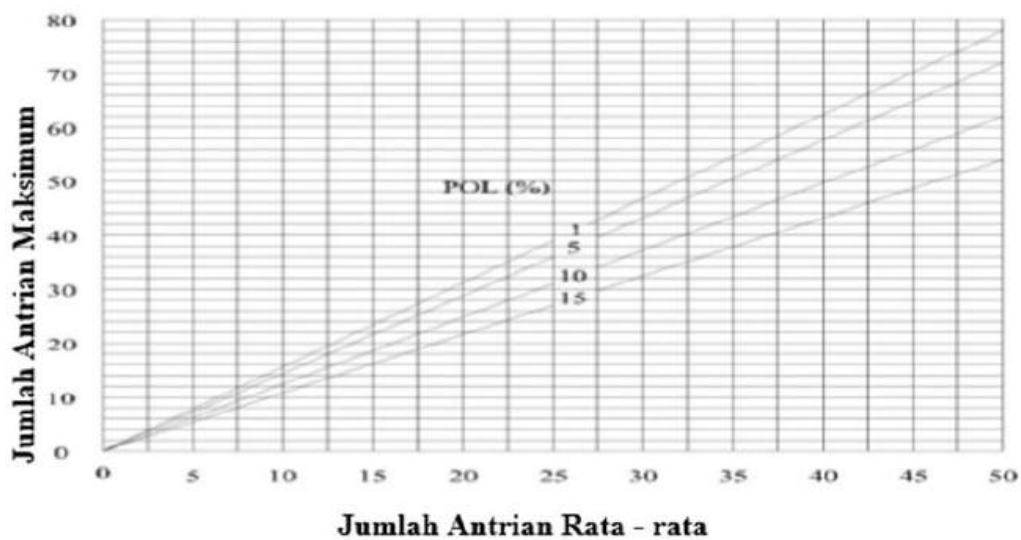
ds = derajat jenuh

GR = rasio hijau (detik)

Untuk menghitung jumlah antrian total dengan menjumlahkan kedua hasil diatas.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(3. 14)$$

Untuk menentukan NQ_{MAX} dapat dicari dari gambar di bawah ini, dengan menghubungkan nilai NQ dan *probabilitas overloading* POL (%). Untuk perencanaan dan desain nilai $POL < 5\%$ sedangkan untuk operasional $POL 5 - 10\%$



Gambar 3. 10 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{max}) dalam smp

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Perhitungan panjang antrian (QL) didapat dari perkalian antara NQMAX dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp (20 m²) dan dibagi lebar *entry* (WENTRY) yang dirumuskan dibawah ini.

$$QL = \frac{NQmax \times 20}{Wentry} \dots\dots\dots(3.15)$$

a. Kendaraan terhenti

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp, termasuk berhenti berulang dalam antrian. Angka henti pada masing-masing pendekatan dapat dihitung berdasar rumus berikut.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(3.16)$$

dengan :

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) pada masing-masing pendekatan dapat dihitung dengan rumus :

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(3.17)$$

Angka henti seluruh simpang didapatkan dengan membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekatan dengan arus simpang total Q dalam kend/jam.

$$Nstot = \frac{\sum Nsv}{Qtot} \dots\dots\dots (3.18)$$

b. Tundaan

Tundaan lalulintas rata-rata tiap *approach* ditentukan dengan formula berikut:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots \dots \dots (3.19)$$

dengan :

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

C = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times ds)} \dots \dots \dots (3.20)$$

dengan :

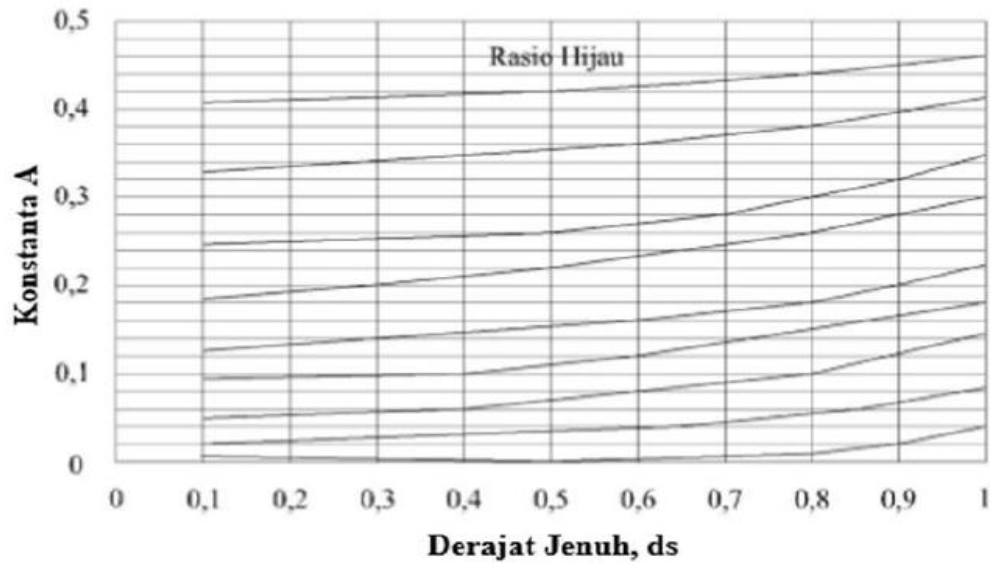
GR = rasio hijau (g/c)

Ds = derajat jenuh

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

Nilai A merupakan fungsi dari perbandingan hijau (GR) dan derajat jenuh (ds) yang diperoleh dari Gambar 3.11 yaitu dengan memasukkan nilai ds pada sumbu horizontal dan memilih *green ratio* yang sesuai kemudian tarik garis mendatar maka didapat nilai A pada sumbu vertikal.



Gambar 3.1 Penentuan Nilai A dalam Formula Tundaan
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tundaan geometri rata-rata masing-masing *approach* (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan atau dihentikan oleh lampu lalu lintas dihitung berdasarkan formula berikut.

$$DG = (1 - psv) \times \rho T \times 6 + (psv \times 4) \dots\dots\dots(3.21)$$

dengan :

DG_j = tundaan geometri rata-rata untuk *approach* j (detik/smp)

Psv = rasio kendaraan terhenti pada *approach* = min

PT = rasio kendaraan berbelok pada *approach*

Tundaan geometri rata-rata LTOR diambil sebesar 6 detik.

Tundaan rata-rata (det/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri rata-rata ($D = DT + DG$)'

Tundaan total (smp.det) adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas ($D \times Q$)

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D1) didapat dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total.

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{tot}} (\text{det/jam}) \dots\dots\dots(3.22)$$

C. Tingkat layanan simpang bersinyal

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan no 96 tahun 2015. Penetapan tingkat pelayanan simpang bersinyal bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan dan persimpangan.

Pengendalian lalu lintas pada simpang bersinyal

Pengendalian lalu lintas pada persimpangan bersinyal berupa:

1. Pengendalian dengan simpang prioritas;
2. Pengendalian dengan simpang ber sinyal;
3. Pengendalian dengan simpang bersinyal yang dilengkapi dengan aturan belok kiri langsung;
4. Pengendalian dengan simpang ber sinyal otonom adaptif;
5. Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas (intelligent transportation system/ITS)
6. Pengendalian simpang dengan bundaran;
7. Pengendalian simpang dengan sistem bersinyal terkoordinasi
8. Pengendalian simpang dengan penerapan marka kotak kuning persimpangan; dan/atau
9. Pengendalian simpang dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor di persimpangan.

Selain teknik – teknik pengendalian lalu lintas di persimpangan di atas, dimungkinkan juga untuk menerapkan teknik – teknik pengendalian lalu lintas di persimpangan lainnya. Teknik – teknik pengendalian lalu lintas di persimpangan yang akan diterapkan harus memperhatikan kelancaran dan keselamatan lalu lintas serta kebijakan transportasi secara umum.

a. Pengendalian Dengan Simpang Prioritas.

Pengendalian dengan simpang prioritas dilakukan dengan persyaratan arus lalu lintas dari jalan minor harus lebih kecil dari arus yang berasal dari jalan mayor (utama).

Pengendalian dengan simpang prioritas sekurang – kurangnya dilengkapi dengan marka berbentuk tanda dan rambu perintah yang dipasang pada jalan minor.

Pengendalian dengan simpang prioritas dapat dilengkapi dengan alat bantu pendekatan dan pemberi peringatan kendaraan.

b. Pengendalian Dengan Simpang Ber Bersinyal.

Pengendalian dengan simpang bersinyal (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dapat dilakukan paling sedikit memenuhi persyaratan :

- 1) Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata – rata di atas 750 kendaraan/jam selama 6 jam;
- 2) Waktu menunggu (*delay*) rata – rata kendaraan di persimpangan diatas 30 detik;
- 3) Rata – rata jumlah pejalan kaki yang menyebrang diatas 175 pejalan kaki/jam selama 6 jam/hari;
- 4) Jumlah kecelakaan diatas 5 kecelakaan/tahun.

Pengendalian dengan simpang ber Bersinyal sekurang – kurangnya dilengkapi dengan APILL, marka dan rambu peringatan. Untuk penyampaian informasi lalu lintas dan sosialisasi ketertiban lalu lintas dan keselamatan kepada pengguna jalan, APILL dapat dilengkapi dengan *Display Information System (DIS)*.

a. Pengendalian Dengan Simpang Ber Bersinyal yang di lengkapi Aturan Belok Kiri Langsung.

Pengendalian simpang dengan APILL dilengkapi dengan aturan belok kiri langsung dapat dilakukan dengan persyaratan paling sedikit :

1) Jumlah gerakan belok kiri lebih dari 40 pergerakan selama periode sibuk;

2) Tersedia lajur khusus untuk kendaraan belok kiri langsung.

Pengendalian dengan simpangan ber Bersinyal yang dilengkapi aturan belok kiri langsung sekurang – kurangnya dilengkapi dengan APILL, Marka berbentuk tanda, Rambu perintah belok kiri langsung, dan tempat dan sosialisasi ketertiban lalu lintas dan keselamatan kepada pengguna jalan, APILL dapat dilengkapi dengan *Display Information Sytem* (DIS).

b. Pengendalian Dengan Simpang Ber Bersinyal Otonom adaptif

Pengendalian simpang dengan otonom adaptif, dapat dilakukan pada;

1) Persimpangan dengan volume antara kaki simpang sangat bervariasi dan/atau

2) Persimpangan yang berada diperkotaan yang tidak memungkinkan untuk dikendalikan dengan sistem bersinyal terkoordinasi.

Pengendalian simpang dengan APIIL otonom adaptif paling sedikit dilengkapi dengan APIIL, marka, rambu peringatan, dan alat pendeteksi kendaraan. Untuk penyampaian onformasi lalu lintas dan sosialisasi ketertiban lalu lintas dan keselamatan pada pengguna jalan, APILL dapat dilengkapi dengan *display onformation system* (DIS)

c. Pengendalian dengan simpang dengan sistem APILL terkoordinasi Peraturan Menteri Perhubungan no 96 tahun 2015.

Pengendalian dengan simpang dengan sistem APIIL terkoordinasi atau dikenal dengan *area traffic control system* (ATCS) merupakan pengendalian lalu lintas antar simpang ber APIIL yang saling terkoordinasi.

Pengendalian simpang dengan sistem APIIL terkoordinasi dilakukan paling sedikit memenuhi persyaratan:

1) Jumlah simpang yang dikoordinasi sekurang-kurangnya 3 simpang.

2) Jarak antar simpang tidak lebih dari 1 km.

Pengendalian simpang dengan sistem APIIL terkoordinasi sekurang-kurangnya dilengkapi dengan APIIL, marka, rambu, alat pendeteksi kendaraan, jaringan komunikasi dengan kabel atau tanpa kabel serta ruang pusat kendali (*control centre room*)

1. Kamera pemantau lalu lintas;
2. *Display information system* (DIS);
3. *Variable message sign* (VMS);
4. Alat pendeteksi kendaraan angkutan umum massal berbasis jalan;
5. Fase pengaturan khusus untuk angkutan umum massal berbasis jalan (*bus priority*);
6. Alat pemantau kecepatan dan volume lalu lintas.

d. Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas.

Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas.

Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas atau yang lebih dikenal dengan *intelligent transportation system* (ITS) dapat dilakukan pada;

- 1) Persimpangan yang telah dilengkapi dengan sistem APILL terkoordinasi (ATCS); dan
- 2) Persimpangan yang berada pada kota-kota sedang, besar dan metropolitan.

Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas (*intelligent transportation system/ITS*) paling sedikit dilengkapi dengan alat pemantau/pendeteksi kecepatan dan volume kendaraan serta media informasi lalu lintas untuk pengguna jalan.

- e. Pengendalian simpang dengan penerapan marka kotak kuning.
Pengendalian persimpangan dengan penerapan marka kotak kuning berupa sebuah kotak dengan dua silang diagonal berwarna kuning.
Pengendalian persimpangan dengan penerapan marka kotak kuning dapat ditempatkan di persimpangan dengan syarat:
- 1) Persimpangan telah diatur dengan APILL otonom adaptif atau system APILL terkoordinasi;
 - 2) Sekurang-kurangnya tingkat pelayanan simpang C.
- f. Pengendalian simpang dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor.
- 1) Pengendalian persimpangan dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor dapat dilakukan pada persimpangan yang dilengkapi dengan lajur belok kiri langsung.
 - 2) Penerapan pengendalian persimpangan dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor harus didahului dengan rekayasa geometrik persimpangan yang memungkinkan tersedianya lajur khusus sepeda motor yang dapat digunakan pengguna sepeda motor untuk menuju ruang henti khusus yang disediakan.
 - 3) Pengendalian simpang dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor harus dilengkapi dengan marka.
 - 4) Persimpangan yang dapat diterapkan ruang henti khusus sepeda motor paling sedikit memenuhi persyaratan:
 - a) Dipasang pada persimpangan yang dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas;
 - b) Jumlah minimum lajur pada kaki persimpangan minimal 2.
- g. Pengendalian lalu lintas pada ruas jalan
Pengendalian lalu lintas di ruas jalan meliputi:
1. Penerapan jalur/lajur pasang surut
 2. Penerapan system satu arah;

3. Penerapan lajur kendaraan berpenumpang tinggi (HOV);
4. Pembatasan ruang parkir di ruang milik jalan;
5. Pengaturan dan pembatasan kecepatan;
6. Pembatasan jenis kendaraan tertentu;
7. Pembatasan kendaraan dengan kapasitas tertentu;
8. Penyediaan fasilitas berputar arah;
9. Pengendalian ruas dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas (*intelligent transportation system/ITS*)