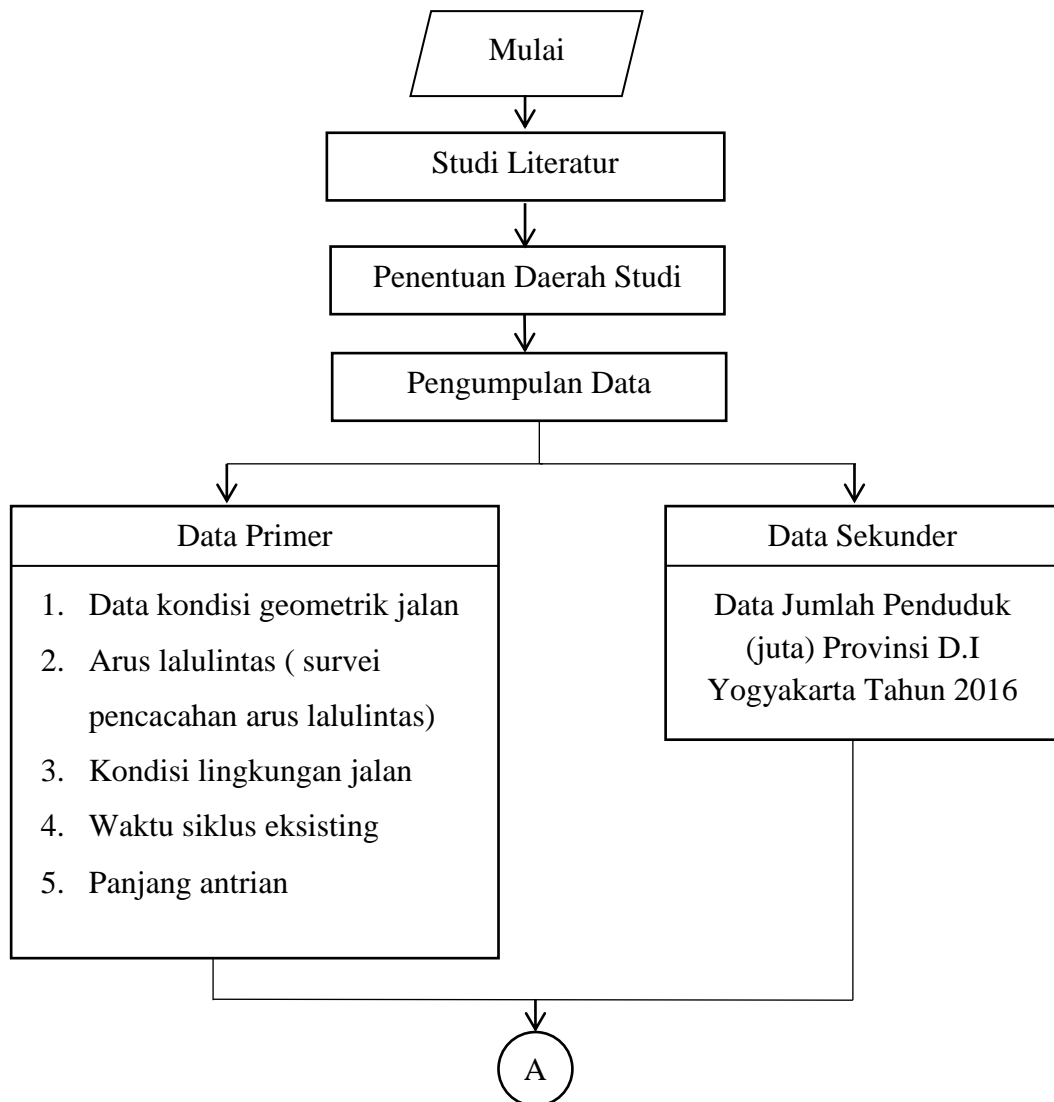


# BAB III

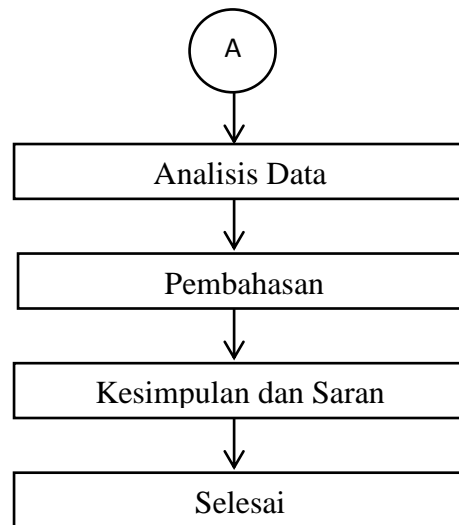
## METODOLOGI PENELITIAN

### A. Kerangka Umum Pendekatan

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan analisis data yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Bagan alir yang menerangkan metodologi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

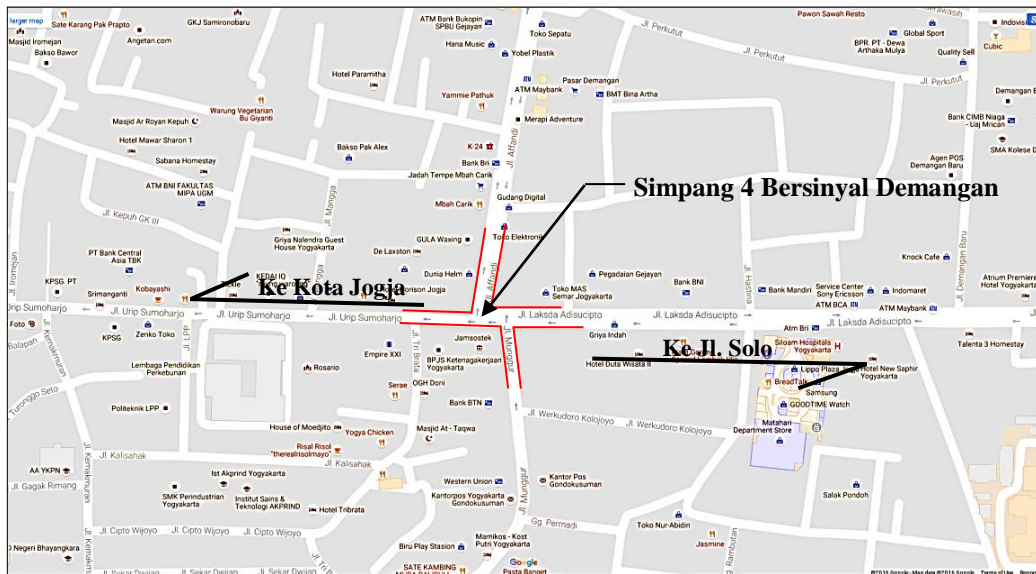
## B. Studi Literatur

Dalam penelitian ini sumber yang diambil berasal dari Alik Ansyori Alamsyah dengan bukunya Rekayasa , Siti Malkhamah dengan bukunya Survey, Lampu Lalulintas dan Pengantar Manajemen Lalulintas, Ahmad Munawar dengan bukunya Manajemen Perkotaan, dan Edward K Morlok dengan bukunya Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, serta dari jurnal-jurnal yang mendukung untuk kebutuhan penelitian. Jurnal yang menjadi sumber ialah jurnal yang berkaitan dengan simpang bersinyal jalan perkotaan.

## C. Penentuan Daerah studi

Dalam penentuan daerah studi sendiri perlu adanya Pengamatan langsung dilapangan, pengamatan secara langsung dilapangan menghasilkan berbagai macam permasalahan yang terjadi yang menjadi latar belakang dalam penelitian.

Penelitian ini terletak di simpangan bersinyal Demangan (Jl. Jl. Laksada Adisucipto - Jl. Urip Sumoharjo - Jl. Munggur - Jl. Affandi) Yogyakarta, lokasi penelitian lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian

## D. Pengambilan Data Primer

### 1. Pengumpulan Data Primer Lapangan

Adapun tahapan pelaksanaan pengumpulan data primer dilapangan adalah sebagai berikut:

#### a. Observasi Lapangan

Sebelum melakukan pengumpulan data dilapangan, dilakukan terlebih dahulu observasi ke lokasi penelitian. Dalam observasi ini akan didapat jumlah *surveyor*, jumlah formulir survey pencacahan arus lalu lintas kendaraan, serta jumlah alat bantu hitung (*Tally Counter*) yang dibutuhkan saat pengambilan data primer. Hal ini perlu dilakukan guna kelancaran saat pengambilan data primer dilakukan.

#### b. Pengkoordinasian *Surveyor*

Pengkoordinasian *surveyor* merupakan hal yang penting agar dalam pelaksanaan survei lapangan, *surveyor* telah memahami cara pelaksanaan survei dan tugas serta tanggung jawab masing-masing *surveyor*. Adapun hal – hal yang harus dipahami oleh *surveyor* sebelum melaksanakan survei antara lain :

- 1) Letak atau lokasi simpang yang akan dilakukan pengambilan data.
- 2) Cara pengisian formulir penelitian, yang dibagi dalam periode tertentu yaitu setiap 15 menit dengan periode selama 16 jam untuk setiap pengamatan.
- 3) Pembagian tugas menyangkut pembagian arah dan jenis kendaraan bagi tiap pencacah yang sesuai dengan formulir yang dipegang oleh *surveyor*.
- 4) Waktu pengamatan yang dilakukan selama 16 jam yang dimulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 22.00 Wib.

c. Pelaksanaan Penelitian

1) Geometri simpang

Survei geometri simpang dilakukan untuk memperoleh data fisik lengan simpang yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kapasitas.

2) Tanda dan rambu jalan

Survei tanda dan rambu jalan dilakukan untuk memperoleh data tentang marka jalan dan rambu-rambu yang berada pada area penelitian dan untuk memprediksi berbagai faktor lingkungan yang terkait.

3) Pencacahan volume kendaraan.

Pencacahan volume kendaraan berdasarkan jenis kendaraan setiap arah pada semua lengan simpang yakni HV, LV, MC, dan UM dalam interval waktu yang telah ditentukan.

2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan survei dalam penelitian ini dilaksanakan selama 12 jam dimulai dari jam 06.00 sampai 22.00 WIB. Pada hari Senin (mewakili jam kerja), pada tanggal 16 Mei 2016.

### 3. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

- a. Rol Meter
- b. Arloji sebagai petunjuk waktu dan pengukur interval waktu
- c. *Tally Counter*
- d. Alat tulis dan formulir survei pencacahan arus kendaraan.

### 4. Data Penelitian

Data-data yang digunakan untuk analisis didapatkan dengan cara pengumpulan data primer dan sekunder sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data yang diperlukan antara lain:

- a. Pengumpulan data primer untuk analisis dilakukan dengan survei pengamatan langsung di lapangan di area studi sebagai berikut:
  - 1) Data kondisi geometrik simpang
  - 2) Arus lalu lintas (survei pencacahan arus lalu lintas)
  - 3) Kondisi lingkungan jalan
  - 4) Waktu siklus eksisting
  - 5) Panjang antrian
- b. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk dari BPS provinsi D.I. Yogyakarta tahun 2016.

### **E. Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi terkait dengan perencanaan suatu simpang. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) D.I. Yogyakarta tahun 2016.

## F. Proses Analisis Data

Pada tahap analisis ini, hasil data pengamatan dikumpulkan dan selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Adapun faktor-faktor yang dijadikan perhitungan, antara lain:

### 1. *Setting* Sinyal Lalulintas

Menurut MKJI 1997, besarnya waktu hijau yang kurang dari 10 detik harus dihindari karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang. Berdasarkan hasil perhitungan waktu hijau dan waktu siklus, serta hasil penentuan waktu kuning yang disesuaikan untuk kondisi Indonesia, maka dapat diketahui lamanya waktu masing-masing sinyal lalulintas (*traffic signal setting*).

### 2. Perhitungan Arus Lalulintas

Dalam perhitungan arus lalulintas dilakukan per satuan jam dalam satu atau lebih periode yaitu sesuai dengan kondisi lalulintas yang ada berdasarkan pada arus lalulintas rencana pada jam puncak pagi, siang, dan sore.

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

Dimana:

- Q = Arus kendaraan total  
 $Q_{LV}, Q_{HV}, Q_{MC}$  = Arus kendaraan untuk tiap - tiap jenis kendaraan  
 $emp_{LV, HV, MC}$  = Nilai emp untuk tiap-tiap kendaraan

Tabel 3.1 Klasifikasi Kendaraan

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 : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

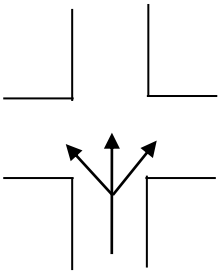
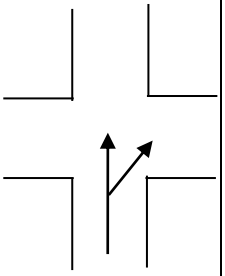
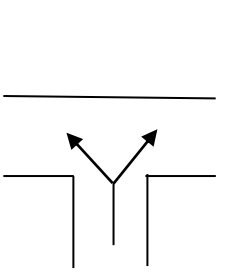
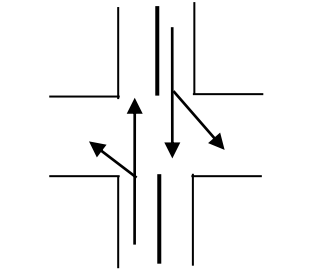
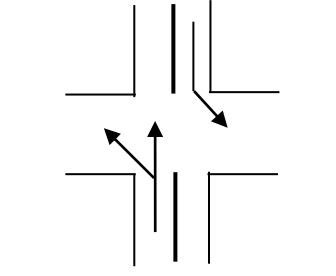
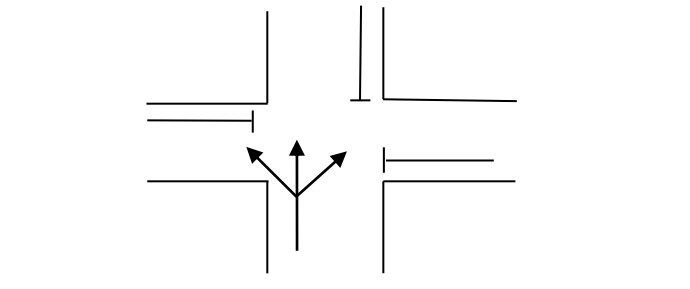
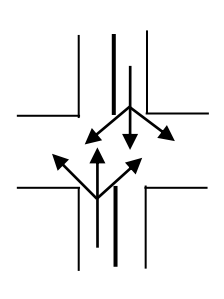
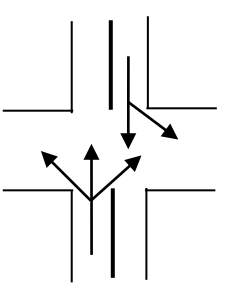
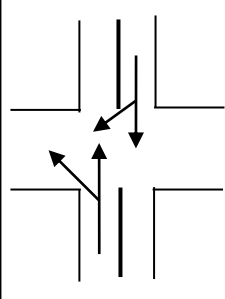
Tabel 3.2 Nilai ekivalen mobil penumpang (emp)

Jenis Kendaraan	emp untuk tiap-tiap tipe kendaraan	
	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. Penentuan Tipe Pendekat (*Approach*)

Penentuan tipe pendekat (*approach*) dengan tipe terlindung (P) atau terlawan (O) didasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dilihat pada Gambar 3.3.

Tipe Approach	Keterangan	Contoh Konfigurasi Approach		
Terlindung (P)	Tanpa Konflik lalulintas dari arah berlawanan	1 – jalur	1 – jalur	T - junction
				
		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 Pendekat (Approach)  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)



#### 4. Perhitungan Lebar Efektif

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 tipe komersial, pemukiman dan akses terbatas.

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

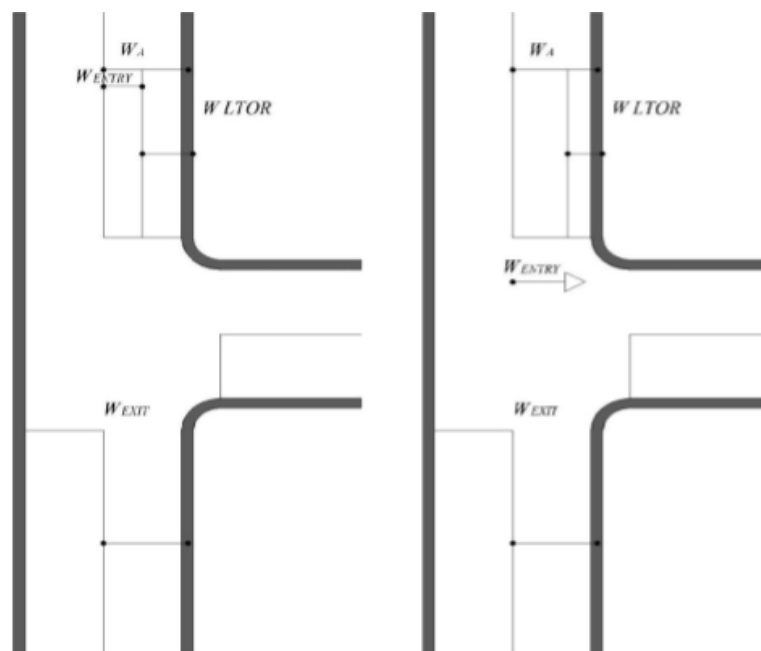
b. Untuk *approach* tanpa belok kiri langsung (LTOR)

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 lalulintas lurus saja, untuk menghitungnya digunakan Persamaan 3.2.

$$Q = Q_{ST} \dots \dots \dots (3.2)$$

c. Untuk *approach* dengan belok kiri langsung (LTOR)

$W_E$  dapat dihitung untuk pendekat dengan atau tanpa pulau lalulintas, seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Penentuan Lebar Efektif

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

- 1)  $W_{LTOR} \geq 2$  m, dengan anggapan kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.
- Arus lalu lintas belok kiri langsung  $Q_{LTOR}$  dikeluarkan dari perhitungan selanjutnya, yakni  $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$

Penentuan lebar pendekat efektif dengan cara :

$$W_e = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} W_A - W_{LTOR} \\ W_{ENTRY} \end{array} \right.$$

- Periksa  $W_{EXIT}$  (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  $W_{EXIT}$  dan analisis penentuan waktu sinyal pendekat ini dilakukan hanya untuk lalu lintas baru saja, yaitu  $Q = Q_{ST}$

- 2)  $W_{LTOR} < 2$  m dengan anggapan bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.
- Dengan cara memasukan persamaan  $Q_{LTOR}$  dalam perhitungan selanjutnya

$$W_e = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} W_A \\ W_{ENTRY} + W_{LTOR} \\ W_A \times (1 + \rho_{LTOR}) - W_{LTOR} \end{array} \right.$$

- Periksa  $W_{EXIT}$  (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  $W_{EXIT}$ , dan analisis penentuan waktu sinyal pendekat ini dilakukan hanya untuk lalu lintas lurus saja, yaitu  $Q = Q_{ST}$

## 5. 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 :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam hijau .....(3. 3)}$$

dengan :

$S_0$  = arus jenuh dasar

$F_{CS}$  = faktor koreksi ukuran kota

$F_{CS}$  = 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

### a. Arus jenuh dasar ( $S_0$ )

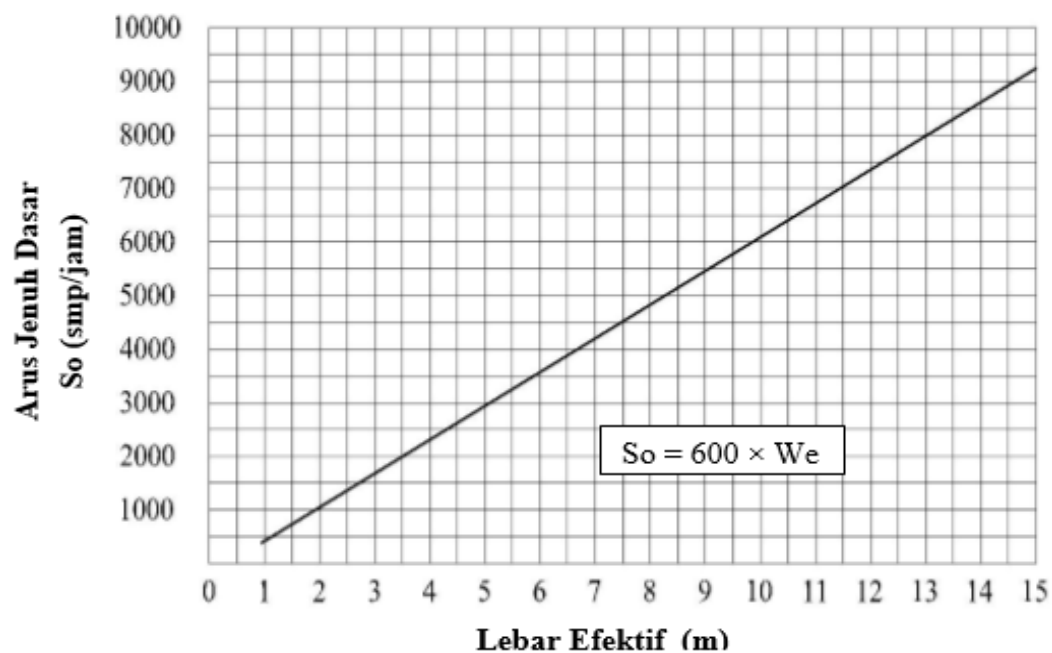
Arus jenuh dasar dibagi menjadi 2 tipe yaitu tipe *approach* O (arus terlawan), dan tipe *approach* P (arus terlindung).

1) Untuk tipe *approach* O Arus jenuh dasar didapat dari grafik yang terdapat dalam MKJI 1997 gambar C-3:2 (untuk *approach* tanpa garis pemisah belok kanan) dan gambar C-3:3 (untuk *approach* dengan garis pemisah belok kanan).  $S_0$  sebagai fungsi dari lebar efektif ( $W_e$ ), lalu lintas belok kanan ( $Q_{RTO}$ ). 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.

2) Untuk tipe *approach* P

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

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



Gambar 3.5 Arus Jenuh Dasar untuk Tipe Pendekat P  
 Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997

b. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{cs}$ )

Faktor penyesuaian ukuran kota disajikan dalam Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 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 : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

c. Faktor penyesuaian hambatan samping ( $F_{SF}$ )

Faktor penyesuaian hambatan samping ( $F_{SF}$ ) 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 3.4.

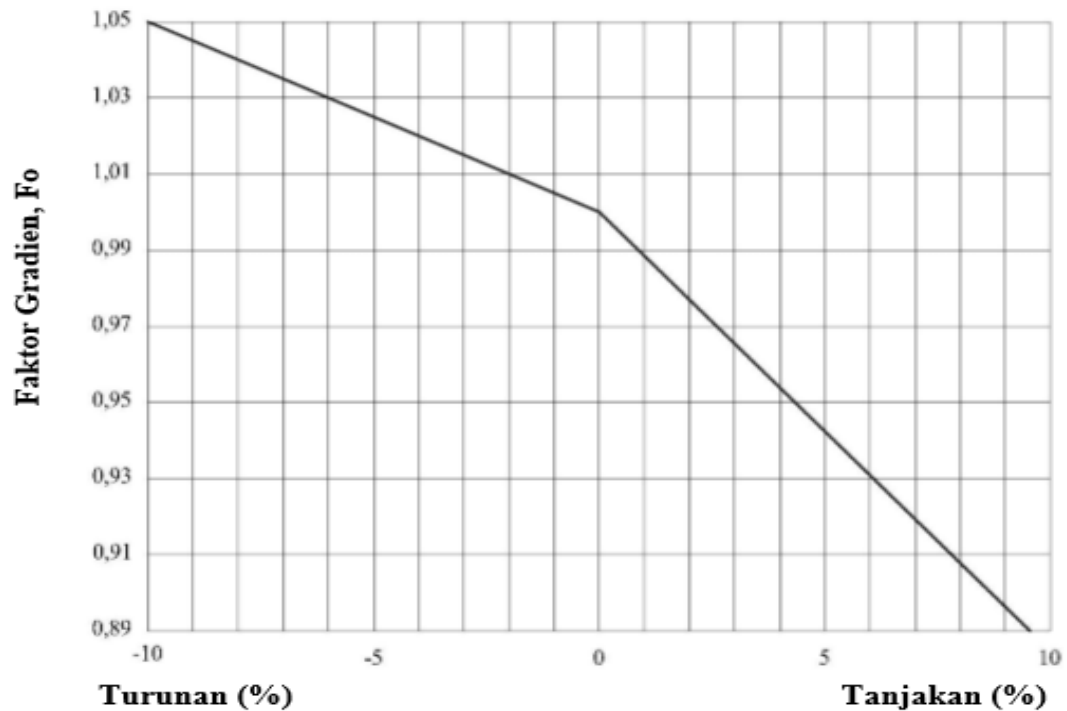
Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )

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 (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 : MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

d. Faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ )

Faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ ) adalah fungsi dari kelandaian lengan simpang ditentukan dari Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

e. Faktor penyesuaian parkir ( $F_P$ )

Faktor penyesuaian parkir ( $F_P$ ) adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar *approach* ditentukan dari formula di bawah ini atau dipelihatkan dalam Gambar 3.7.

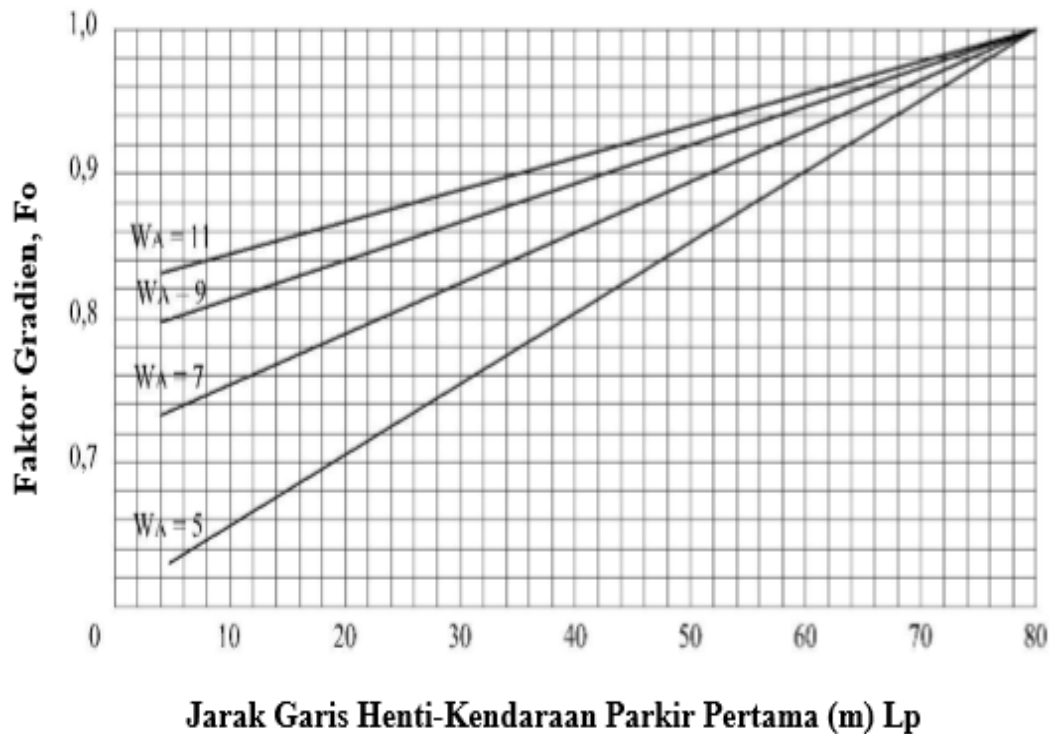
$$F_P = (L_P / 3 - (W_A - 2) \times (L_P / 3 - g) / W_A) / g \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

$L_P$  = jarak antar garis henti dan kendaraan yang parkir pertama

$W_A$  = lebar *approach* (m)

$g$  = waktu hijau *approach* yang bersangkutan (detik)



Gambar 3.7 Faktor Koreksi Parkir ( $F_p$ )  
(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1997)

f. Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ )

Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan ( $P_{RT}$ ). Faktor ini hanya untuk tipe approach P, jalan dua lajur dan diperlihatkan pada Gambar 3.7. 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 ( $P_{LT}$ ) dan perbandingan kanan ( $P_{RT}$ ), yang diformulasikan dibawah ini:

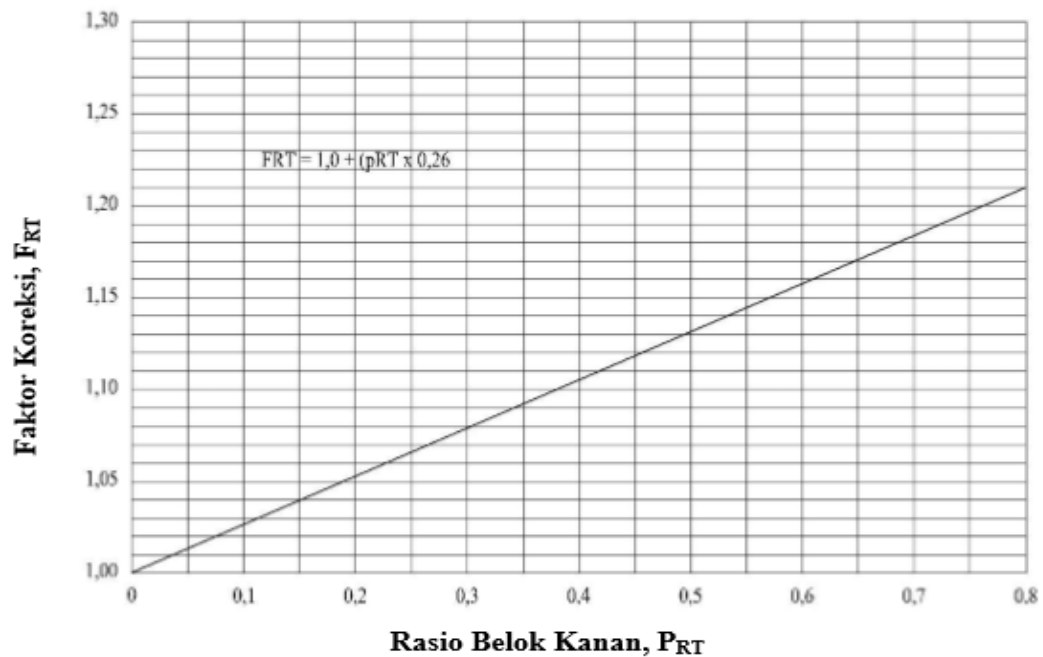
$$\rho_{LT} = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\rho_{RT} = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan:

LT = arus lalulintas belok kiri

RT = arus lalulintas belok kanan

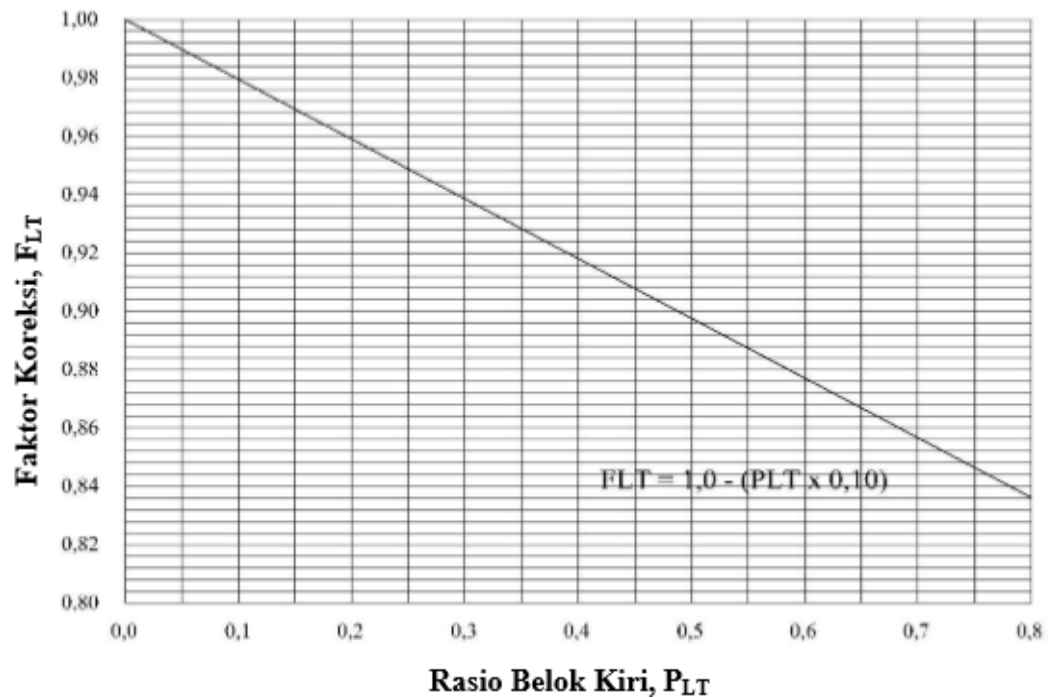


Gambar 3.8 Faktor Koreksi Belok Kanan ( $F_{RT}$ )  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

g. Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ),

Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri ( $P_{LT}$ ). Faktor ini hanya untuk tipe approach tanpa LTOR (Gambar 3.9)





Gambar 3.9 Faktor Koreksi Belok Kiri ( $F_{LT}$ )  
(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 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 lalulintas dalam approach tipe O dan tidak ada koreksi yang dimasukkan pada perbandingan untuk belok kiri.

## 6. Waktu Siklus

Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ )

Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal. Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang.

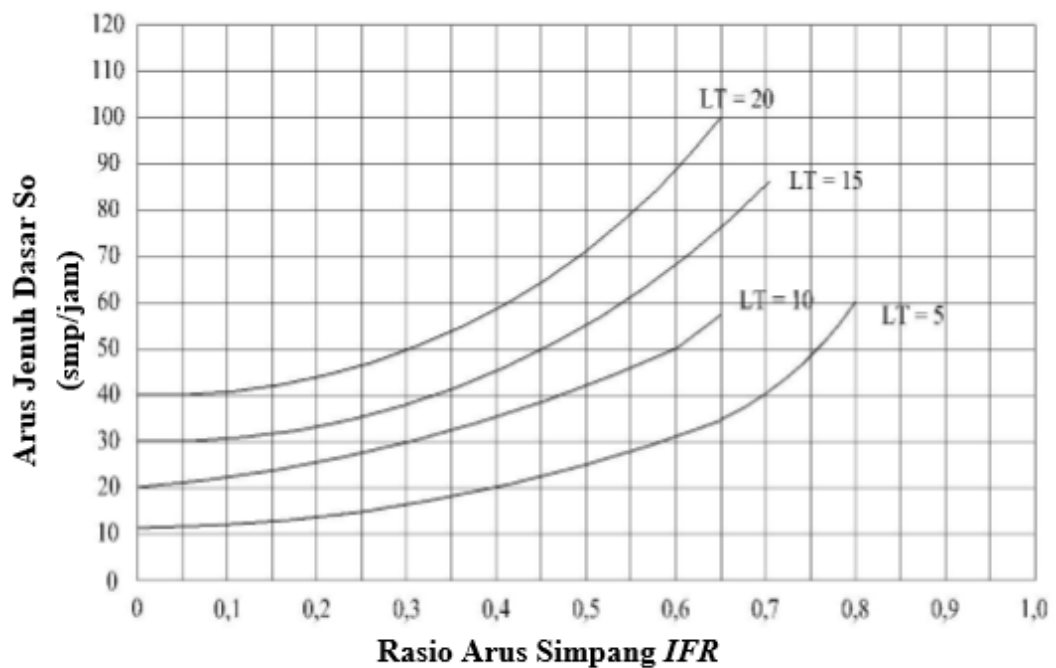
Waktu siklus untuk fase, dapat dihitung dengan rumus atau gambar 3.10 dibawah ini. Waktu siklus hasil perhitungan ini merupakan waktu siklus optimum, yang akan menghasilkan tundaan terkecil.

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

- $C_{ua}$  = waktu siklus sinyal (detik)
- $LTI$  = total waktu hilang persiklus (detik)
- $IFR$  = perbandingan arus simpang  $\sum (FR_{CRIT})$

Jika alternatif sinyal yang direncanakan dievaluasi, menghasilkan nilai yang rendah untuk ( $IFR = LT/c$ ), maka hasil ini akan lebih efisien.



Gambar 3.10 Penentuan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian ( $C_{ua}$ )  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

Waktu siklus yang dihasilkan diharapkan sesuai batas yang disarankan oleh MKJI 1997, sebagai pertimbangan teknik lalu lintas, yang diterangkan dalam Tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.5 Waktu Siklus Yang Disarankan

<b>Tipe Kontrol</b>	<b>Waktu siklus yang layak (detik)</b>
<b>2 fase</b>	<b>40 – 80</b>
<b>3 fase</b>	<b>50 – 100</b>
<b>4 fase</b>	<b>80 – 130</b>

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 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 waktu siklus yang lebih besar ( $> 130$  detik) harus dihindarkan, kecuali untuk kasus yang sangat khusus. Waktu siklus ini akan menghasilkan kapasitas simpang yang cukup besar.

#### 7. Waktu hijau (g)

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

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (3. 8)$$

dengan :

$g_i$  = waktu hijau dalam fase – i (detik)

$C_{ua}$  = waktu siklus yang ditentukan (detik)

LTI = total waktu hilang persiklus

$PR_i$  = perbandingan fase  $FR_{CRIT} \div \sum (FR_{CRIT})$

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.

#### 8. Waktu siklus yang disesuaikan (C)

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

$$C = \sum g + LTI \dots \dots \dots (3. 9)$$

#### 9. Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah maksimum arus kendaraan yang dapat melewati persimpangan jalan (*intersectiaon*)

Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan formula dibawah ini:

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots (3. 10)$$

dengan:

- C = kapasitas (smp/jam)
- S = arus jenuh (smp/jam)
- g = waktu hijau (detik)
- c = waktu siklus yang ditentukan (detik)

#### 10. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dedefinisikan sebagai rasio arus lalulintas terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

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

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (3. 11)$$

dengan :

- DS = derajat jenuh
- Q = arus lalulintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

### 11. Perbandingan Arus dengan Arus Jenuh

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

$$FR = Q / S \dots\dots\dots (3. 12)$$

Perbandingan arus kritis ( $FR_{CRIT}$ ) yaitu nilai perbandingan arus tertinggi dalam tiap fase. Jika nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase dijumlahkan, akan didapat perbandingan arus simpang.

$$IFR = \sum(FR_{CRIT}) \dots\dots\dots (3. 13)$$

### 12. Perbandingan Fase

Penghitungan perbandingan fase (phase ratio, PR) untuk tiap fase merupakan suatu fungsi perbandingan antara  $FR_{CRIT}$  dan IFR.

$$PR = FR_{CRIT} / FR \dots\dots\dots (3. 14)$$

### 13. Penentuan Perilaku Lalulintas

Dari data hasil hitungan sebelumnya maka dapat diketahui tingkat perfomansi suatu samping, antara lain: panjang antrian kendaraan terhenti dan tundaan. Dalam perhitungan ini beberapa persiapan antara lain persiapan waktu yang semula jam diganti detik dan dihitung nilai perbandingan hijau,  $GR = g / c$ , yang didapat dari perhitungan sebelumnya.

#### a. Panjang antrian

Dalam MKJI 1997, antrian yang terjadi pada suatu pendekat adalah jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) yang merupakan jumlah antrian tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ).

Dari nilai derajat jenuh dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp ( $NQ_1$ ) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu. Didapat formula dan Gambar 3.11.

Untuk  $DS > 0,5$

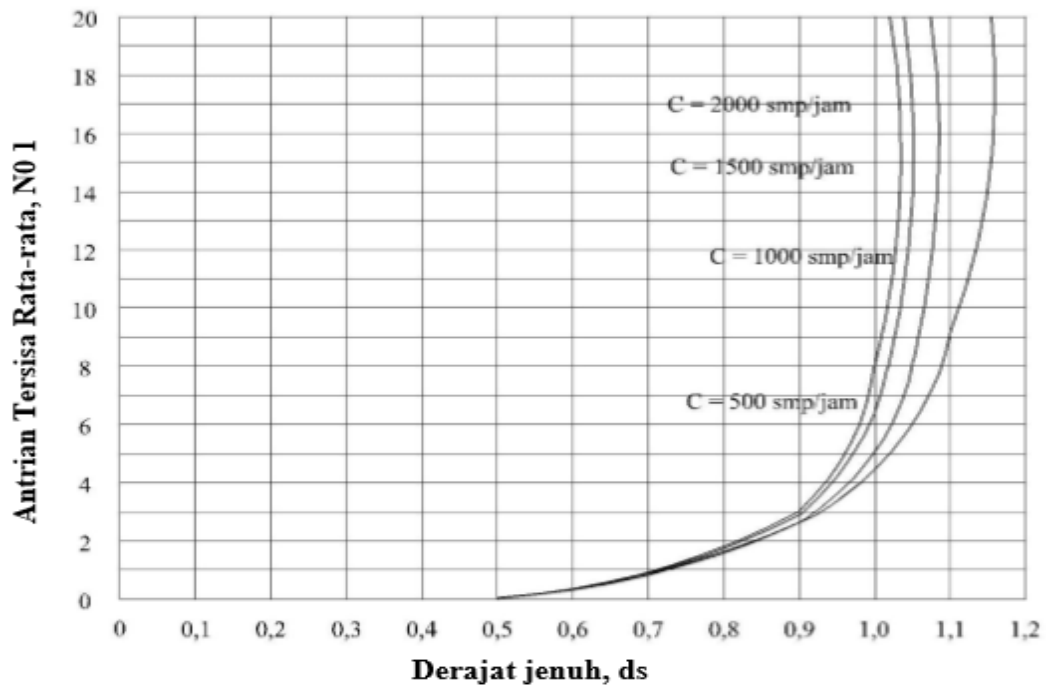
$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots(3. 15)$$

Untuk  $DS \leq 0,5$

$$NQ_1 = 0 \tag{3. 16}$$

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 3.11 Jumlah Antrian Kendaraan ( $NQ_1$ )  
 (Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

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

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times ds} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(3. 17)$$

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)

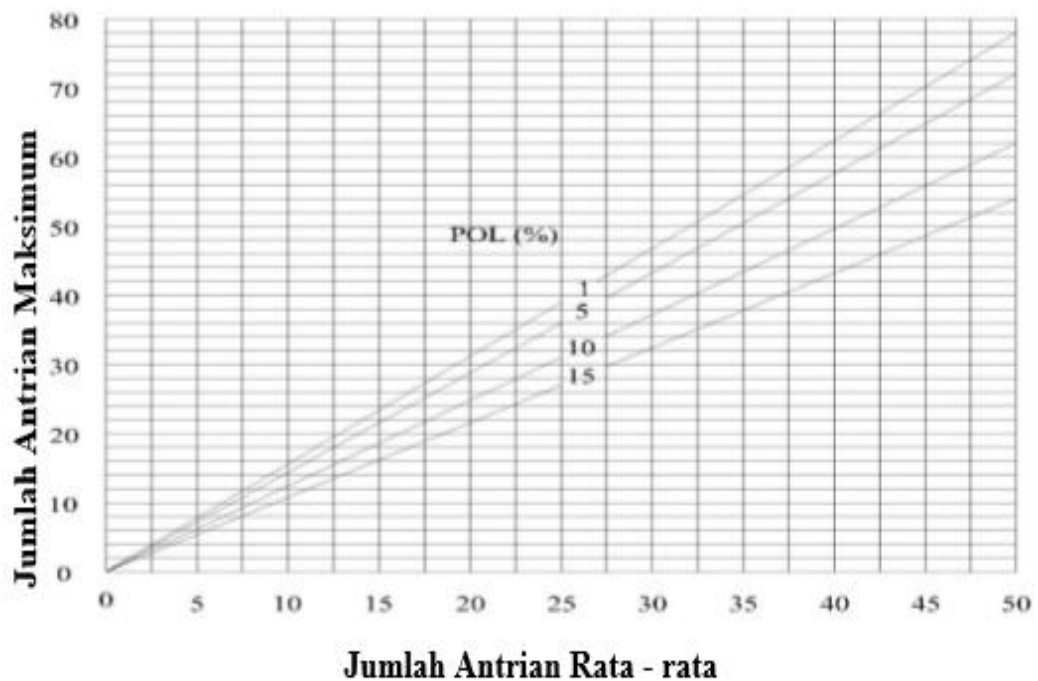
$DS$  = derajat jenuh

$GR$  = rasio hijau (detik)

Untuk menghitung jumlah antrian total dengan menjumlahkan kedua hasil diatas.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (3.18)$$

Untuk menentukan  $NQ_{MAX}$  dapat dicari dari Gambar 3.12 di bawah ini, dengan menghubungkan nilai  $NQ$  dan *probabilitas overloading*  $P_{OL}$  (%). Untuk perencanaan dan desain nilai  $P_{OL} < 5\%$  sedangkan untuk operasional  $P_{OL} 5 - 10\%$



Gambar 3.12 Perhitungan Jumlah Antrian ( $NQ_{max}$ )  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

Perhitungan panjang antrian (QL) didapat dari perkalian antara  $NQ_{MAX}$  dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp ( $20 \text{ m}^2$ ) dan dibagi lebar *entry* ( $W_{ENTRY}$ ) yang dirumuskan dibawah ini.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{entry}} \dots\dots\dots (3. 19)$$

b. Kendaraan terhenti

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

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots (3. 20)$$

dengan :

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalulintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ) pada masing-masing pendekat dapat dihitung dengan rumus :

$$N_{sv} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (3. 21)$$

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

$$NStot = \frac{\sum Nsv}{Qtot} \dots\dots\dots (3. 22)$$

c. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang. Perhitungan tundaan berdasarkan MKJI (1997) dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

- 1) Perhitungan tundaan lalulintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :



$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots (3. 23)$$

dengan :

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

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

NQ<sub>1</sub> = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

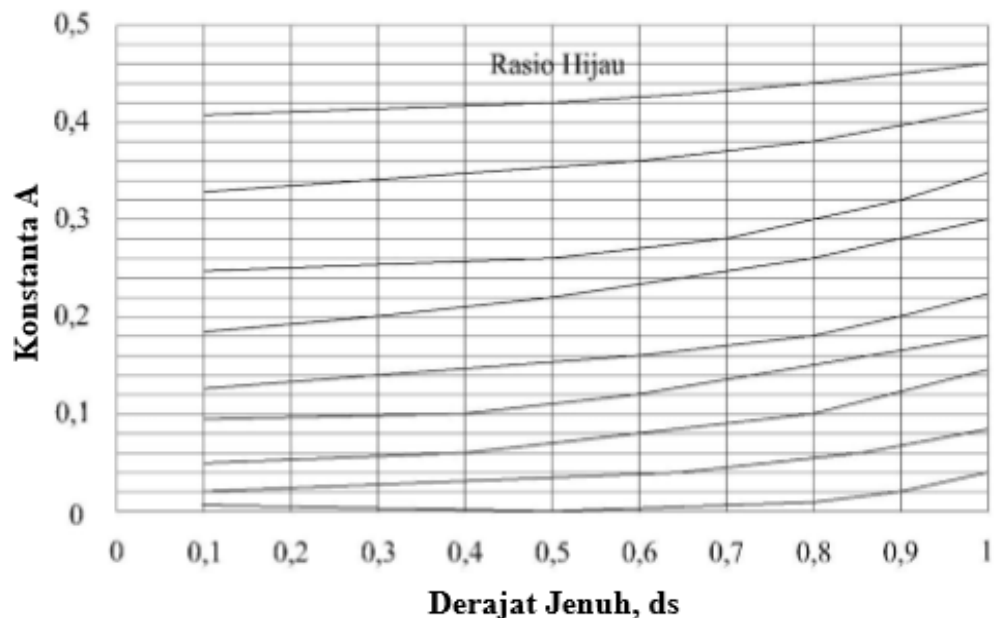
$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times ds)} \dots\dots\dots (3. 24)$$

dengan :

GR = rasio hijau (g/c)

Ds = derajat jenuh

Nilai A merupakan fungsi dari perbandingan hijau (GR) dan derajat jenuh (DS) yang diperoleh dari Gambar 3.13 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 3.13 Penentuan Nilai A Pada Formula Tundaan  
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997)

- 2) 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.

$$DG = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \dots\dots\dots(3. 25)$$

dengan :

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

$P_{sv}$  = rasio kendaraan terhenti pada *approach* = min

$P_T$  = rasio kendaraan berbelok pada *approach*

Tundaan geometri rata-rata LTOR diambil sebesar 6 detik.

- 3) Tundaan rata-rata (det/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri rata-rata. ( $D = DT + DG$ )
- 4) Tundaan total (smp.det) adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas ( $D \times Q$ )
- 5) Perhitungan tundaan rata-rata untuk seluruh simpang ( $D_1$ ) yaitu dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total dalam detik dengan mengalihkan tundaan rata-rata.

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{tot}} \text{ (det/jam)} \dots\dots\dots(3. 26)$$

#### 14. Tingkat Pelayanan Simpang

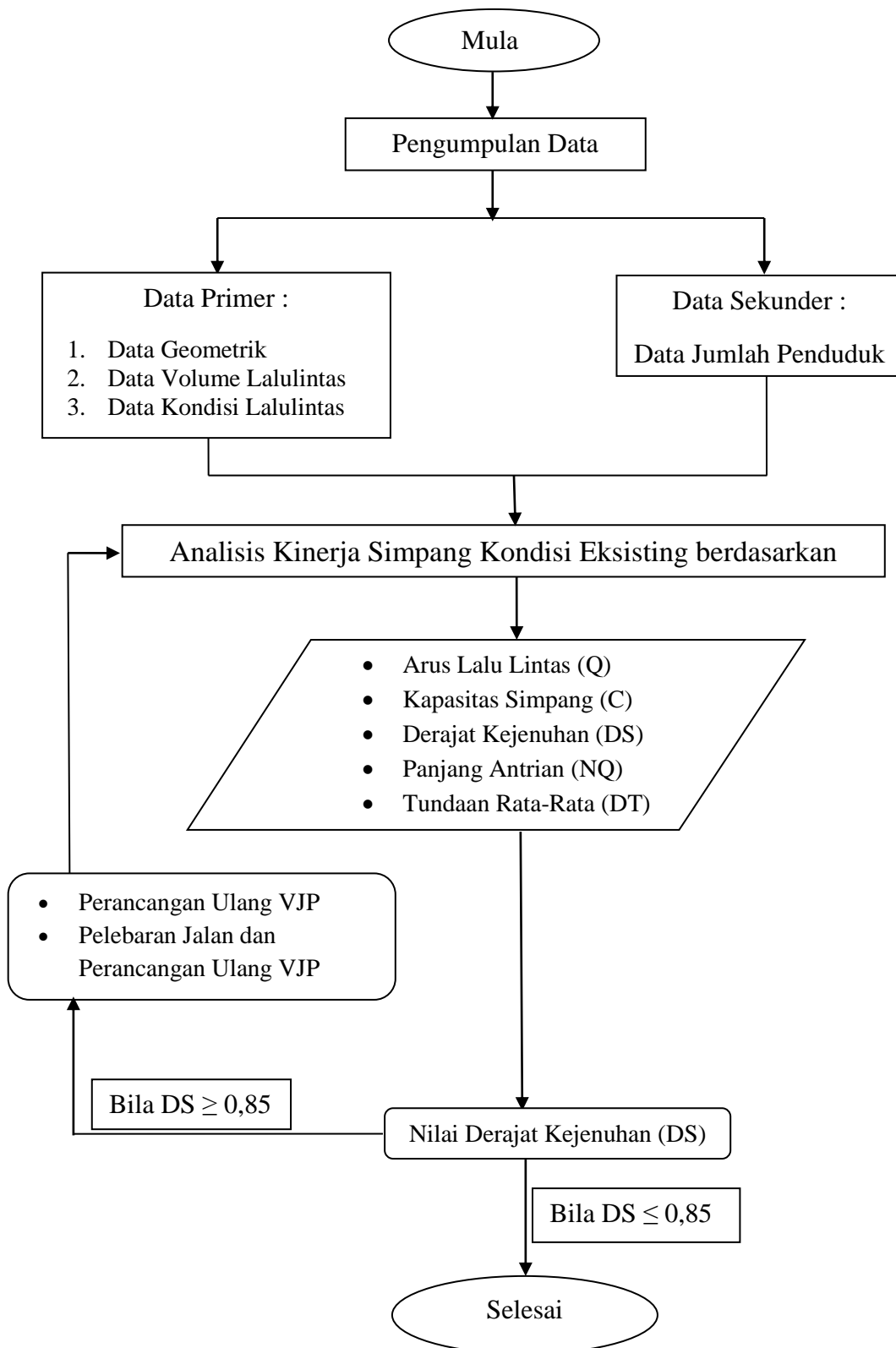
Untuk mengetahui tingkat pelayanan suatu simpang dapat disimpulkan dari besarnya nilai tundaan yang terjadi. Dalam hal ini dapat dilihat sesuai dengan Tabel 3.6 sebagai berikut:

Tabel 3.6 Tingkat pelayanan berdasarkan Tundaan (D)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	Baik Sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96, 2015

## Ringkasan Prosedur Analisis Data



Gambar 3.14 Diagram Alir Analisis Data