

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang Bersinyal.

Simpang bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut:

- a. Untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling berpotongan. Hal ini diperlukan mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan(konflik - konflik utama).
- b. Memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik - konflik kedua)(DepartemenPU, 1997).

Jika hanya konflik-konflik utama yang dipisahkan maka kemungkinan untuk mengatur sinyal lampu lalu lintas hanya dengan dua phase, masing-masing sebuah untuk jalan yang berpotongan. Metode ini selalu dapat diterapkan jika gerakan belok kanan dalam suatu simpang tidak dilarang, karena pengaturan dua phase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisis lampu lalu lintas.

Jika pertimbangan keselamatan lalu lintas atau pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya phase harus ditambah. Penggunaan lebih dari dua phase biasanya akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antara phase (kecuali untuk tipe tertentu dari sinyal aktuasi kendaraan yang terkendali). Meskipun hal ini memberikan satu keuntungan dari sisi keselamatan lalu lintas

pada umumnya berarti bahwa kapasitas keseluruhan dari simpang tersebut akan berkurang.

Berangkatnya arus bolak-balik selama waktu hijau sangat dipengaruhi oleh rencana phase yang memperhatikan gerakan belok kanan. Jika arus belok kanan dari suatu pendekat yang ditinjau atau dari arah berlawanan terjadi dalam phase yang sama dengan arus berangkat lurus dan belok kiri dari pendekat tersebut, maka arus berangkat tersebut dianggap sebagai **terlawan**. Jika tidak ada arus belok kanan dari pendekat-pendekat tersebut maka arus belok kanan diberangkatkan ketika lalu lintas dari arah berlawanan sedang menghadapi merah, arus tersebut dianggap sebagai **terlindung**.

Sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu lintas adalah fungsi utama dari keadaan geometrik dan tuntunan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang dapat mendistribusikan kapasitas jalan kepada berbagai pendekat melalui alokasi waktu hijau pada tiap pendekat. Sehingga untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas pertama-tama perlu ditentukan phase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Konflik antar arus lalu lintas dikendalikan dengan isyarat lampu, konflik juga dapat dihilangkan dengan melepaskan hanya satu arus lalu lintas, tetapi akan mengakibatkan hambatan yang besar bagi arus pada kaki simpang dan secara keseluruhan mengakibatkan penggunaan simpang tidak efektif. Oleh sebab itu perlu perhitungan untuk mengalirkan beberapa arus secara bersamaan untuk mempertinggi efisiensi penggunaan simpang dengan tidak mengurangi pada aspek keselamatan.

Pengendalian alat pemberi isyarat lalu lintas dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

a. Waktu tetap.

Alat pemberi isyarat lalu lintas dikendalikan berdasarkan waktu yang telah ditetapkan lebih dahulu, berdasarkan hasil survai sebelumnya.

b. Dipengaruhi oleh arus lalu lintas.

Pengendalian dipengaruhi oleh arus lalu lintas sehingga penggunaan simpang menjadi lebih efektif dan waktu tunggu yang lebih pendek.

c. Koordinasi antara alat pemberi isyarat lalu lintas.

Hal ini terjadi pada simpang yang berdekatan, sehingga alat pemberi isyarat lalu lintas akan sangat bermanfaat bila lalu lintas pada simpang tersebut dikoordinasikan sedemikian rupa sehingga hambatan total pada semua simpang dapat dikoordinasikan dengan baik.

d. *Area Traffic Control System (ATCS)*

Simpang yang dikendalikan dengan komputer terjadi pada daerah simpang yang luas, sehingga waktu hambatan pada daerah yang bersangkutan dapat diminimalkan.

2.2 Kinerja Simpang Bersinyal.

Unsur terpenting dalam mengevaluasi kinerja simpang adalah lampu lalu lintas, kapasitas dan tingkat pelayanan sehingga untuk menjaga agar kinerja simpang dapat berjalan dengan baik maka kapasitas dan tingkat pelayanan perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi operasi dari pada simpang dengan lampu lalu lintas.

Ukuran kualitas dari kinerja simpang bersinyal adalah dengan menggunakan variabel sebagai berikut:

1. Kapasitas pendekat (*approach*)

Yaitu daerah dari suatu lengan simpang jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar mendekati garis henti.

2. Derajat kejenuhan

Yaitu rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

3. Panjang antrian

Yaitu sebagai indikasi panjang antrian kendaraan waktu merah, parameter ini digunakan untuk perencanaan pengendalian parkir tepi jalan atau angkutan umum stop, panjang kebutuhan pelebaran simpang dan panjang kebutuhan lebar belok kiri boleh langsung.

4. Kendaraan henti

Yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (smp), ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang.

5. Tundaan (*delay*)

Yaitu waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati jalan tersebut. Tundaan pada simpang terdiri dari dua komponen yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik.

Tundaan lalu lintas adalah akibat dari interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar, kemacetan pada hilir (pintu keluar) dan pengaturan manual oleh polisi.

Tundaan geometrik adalah tundaan akibat perlambatan dan percepatan pada simpang atau akibat berhenti karena lampu merah.

2.3 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Prosedur yang harus dilakukan adalah :

- ❖ Tentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap aktif phase dan hasil waktu antar hijau (IG) perphase.
- ❖ Tentukan waktu hilang sebagai jumlah dari waktu antar hijau persiklus dan masukan hasilnya kedalam bagian bawah kolom 4 pada formulir SIG – IV.

Untuk analisa operasional dan perencanaan, disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang dengan Formulir SIG – III seperti diuraikan dibawah ini. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (kuning + merah + kuning) dapat dianggap sebagai nilai normal.

Tabel 2.1 Nilai normal waktu antar hijau.

Ukuran Kota	Lebar Jalan Rata-Rata	Nilai Normal Waktu AntarHijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/phase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/phase
Besar	≥15m	≥ 6 detik/phase

Sumber: Departemen P.U., 1997

Waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua phase yang berurutan (Departemen PU, 1997).

Prosedur untuk perhitungan rinci :

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap phase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari phase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan datang dari garis henti sampai ketitik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

Titik konflik kritis pada masing-masing phase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar :

$$WAKTU\ MERAH\ SEMUA = \frac{L_{EV} + I_{EV}}{V_{EV}} \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ketitik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

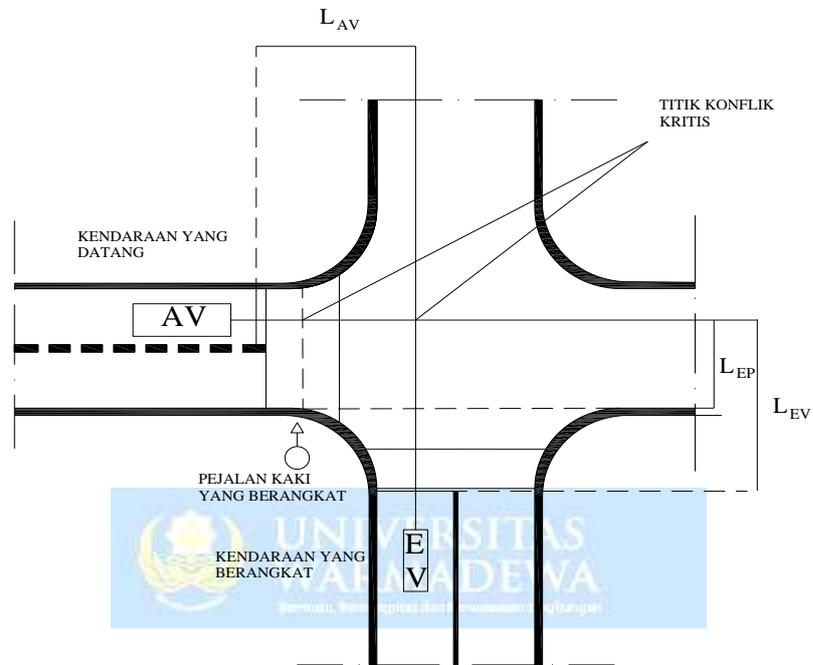
V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik).

Nilai – nilai yang dipilih untuk V_{EV} , V_{AV} dan I_{EV} tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

– V_{AV} = 10m/detik (kendaraan bermotor)

- V_{EV} = 10m/detik (kendaraan bermotor)
- I_{EV} = 2 m (MC atau UM) , 5 m (LV atau HV)

Gambar 2.1 menunjukkan titik konflik dan jarak keberangkatan dan kedatangan menurut Departemen Pekerjaan Umum, (1997).



Gambar 2.1 Titik Konflik dan Jarak Keberangkatan dan Kedatangan.

Apabila periode merah semua untuk masing-masing aktif phase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau :

$$LTI = \Sigma (MERAH SEMUA + KUNING) I = \Sigma Igi(2)$$

Dimana : LTI = Waktu hilang (detik)

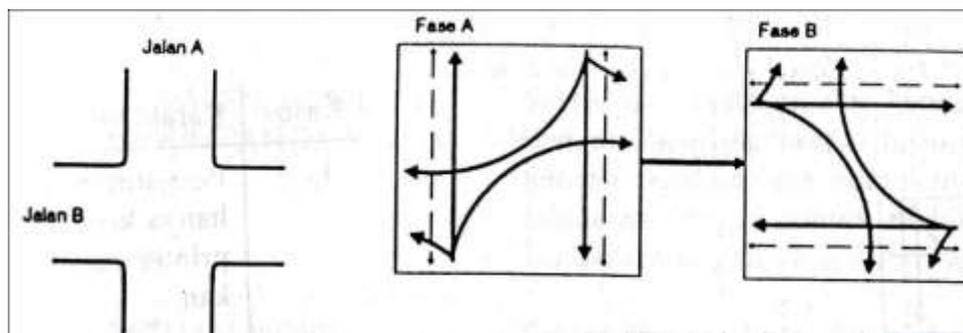
Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya 3.0 detik.

2.4 Pengaturan Phase Sinyal

Dalam *meresetting* Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dilakukan pengaturan phase dan *setting* ulang waktu siklus (*cycle time*) sehingga diperoleh alternatif pengaturan terbaik pada simpang yang ditinjau. Phase adalah jumlah rangkaian isyarat yang digunakan untuk mengatur arus yang diperbolehkan untuk bergerak/berjalan (Alamsyah, 2005). Jumlah phase yang baik adalah phase yang menghasilkan kapasitas dan rata-rata tundaan rendah. Bila dua atau lebih arus diatur dengan isyarat yang sama, maka kedua arah tersebut berada dalam phase yang sama. Jenis-jenis pengaturan phase sinyal sebagai berikut:

2.4.1 Pengaturan Dua Phase

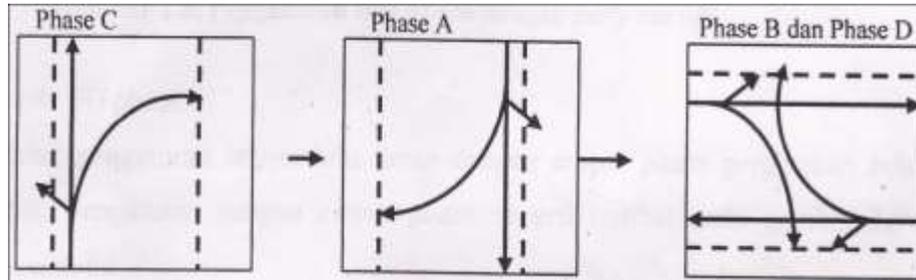
Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua phase tanpa memisahkan arus terlawan. Pengaturan dua phase seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 Pengaturan dua phase

2.4.2 Pengaturan Tiga Phase

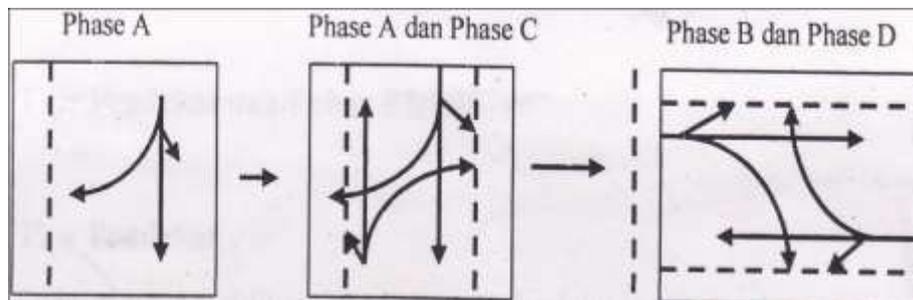
Pengaturan tiga phase ini dilakukan dengan adanya pemisahan gerak pada salah satu ruas jalan (pendekat A dan C), sedangkan pada ruas jalan yang lainnya arus dialirkan secara bersamaan (pendekat B dan C). Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Pengaturan tiga phase

2.4.3 Pengaturan Tiga Phase Dengan Keberangkatan Awal (*Early Start*)

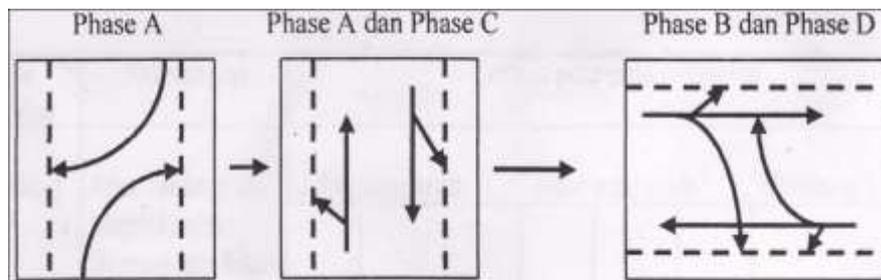
Pengaturan tiga phase ini dilakukan dengan start dini pada pendekat A (menaikkan kapasitas belok kanan), kemudian dilanjutkan dari pendekat C dengan tetap mengalirkan arus pada pendekat A. Pendekat B dan D diberangkatkan pada phase yang sama. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.4 Pengaturan tiga phase dengan *early start*

2.4.4 Pengaturan Tiga Phase Dengan Pemotongan Cepat (*Early Cut Off*)

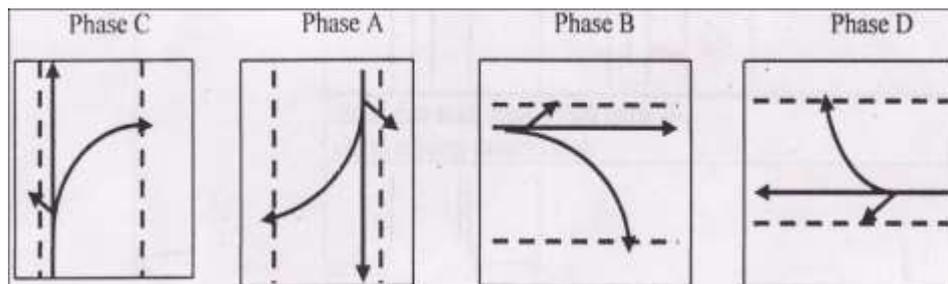
Pengaturan ini dilakukan dengan tiga phase. Phase pertama diberangkatkan arus lalu lintas lurus dan yang memiliki arus belok kanan yang lebih besar (pendekat A). Phase berikutnya yaitu arus belok kanan pada pendekat ini dipotong cepat (*early cut off*) tetapi arus lurus dan belok kiri tetap dialirkan dan diberangkatkan arus dari pendekat yang berlawanan (pendekat C). Phase selanjutnya diberangkatkan arus secara bersamaan dari pendekat B dan pendekat D. Dalam hal ini diperlukan lajur belok kanan terpisah 2 bentuk isyarat lampu yaitu bulat penuh untuk yang bergerak lurus dan panah yang menunjukkan ke kanan untuk yang akan membelok ke kanan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 Pengaturan tiga phase dengan *early cut off*

2.4.5 Pengaturan Empat Phase

Pengaturan ini dilakukan dengan arus yang berangkat dari satu persatu pendekat pada saatnya masing-masing. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.6 Pengaturan empat phase

2.5 Penentuan Waktu Sinyal

Faktor –faktor dalam penentuan waktu sinyal adalah sebagai berikut :

1. Tipe pendekat.

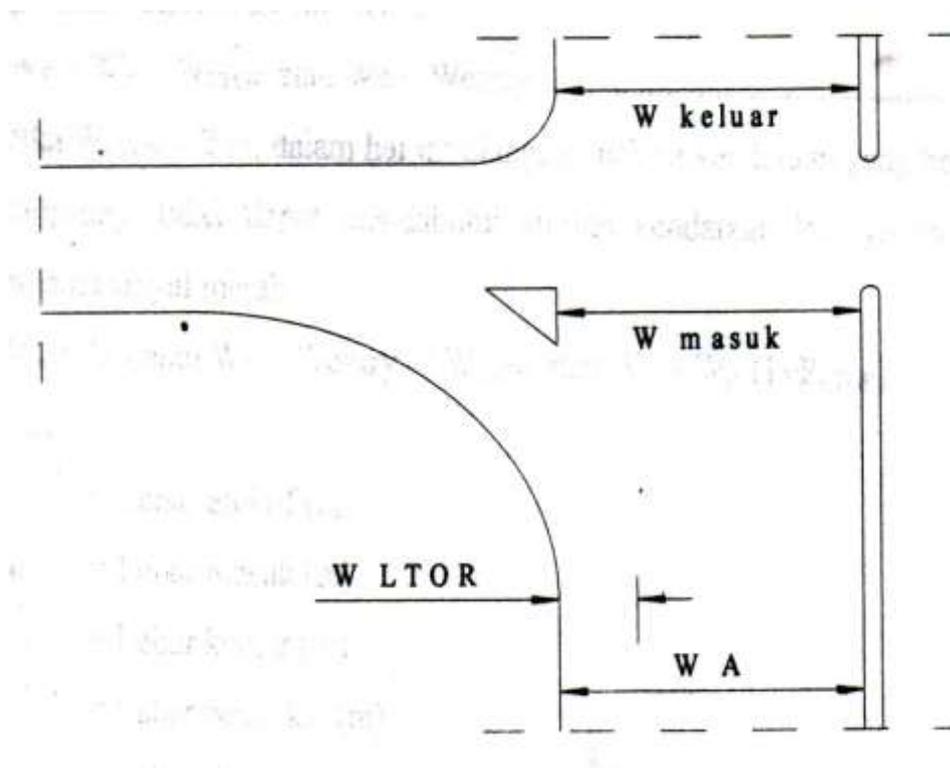
Pada simpang dilihat kondisi yang berlaku, apakah simpang termasuk dalam kondisi terlindung atau terlawan. Pada Gambar 2.7 diperlukan beberapa jenis konfigurasi pendekat.

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah:	Jalan satu arah	Simpang T
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah		
		Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah bertlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

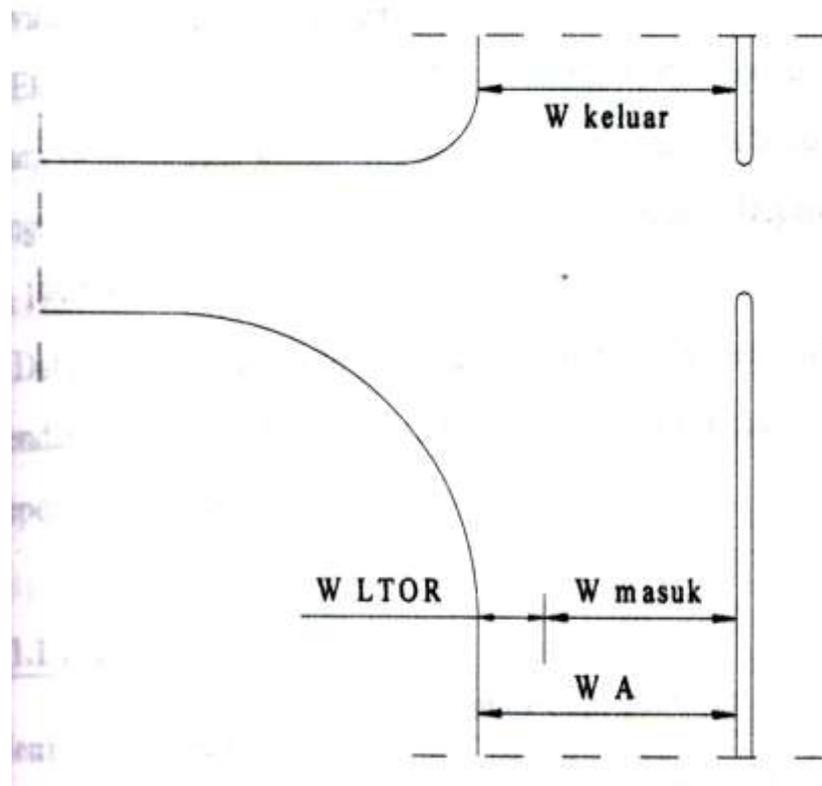
Gambar 2.7 Penentuan Tipe Pendekat

2. Lebar Pendekat Efektif

Adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras yang dipergunakan dalam perhitungan kapasitas. Lebar pendekat efektif (W_e) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu lintas atau untuk pendekat tanpa pulau lalu lintas, yaitu ditentukan berdasarkan data dari lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{masuk}), lebar keluar (W_{keluar}), dan gerakan lalu lintas membelok (W_{LTOR})



Gambar 2.8 Pendekat dengan pulau lalu lintas



Gambar 2.9 Pendekat tanpa pulau lalu lintas

Penentuan lebar efektif untuk semua tipe pendekat (P dan O)

- Jika $W_{L TOR} > 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan yang belok kiri boleh langsung, dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah

$$W_e = W_A - W_{L TOR} \text{ atau } W_e = W_{entry} \dots\dots\dots (3)$$

- Jika $W_{L TOR} < 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan yang belok kiri boleh langsung, tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

$$W_e = W_A \text{ atau } W_e = W_{entry} + W_{L TOR} \text{ atau } W_e = W_A (1 + P_{L TOR}) W_{L TOR} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$$W_e = \text{Lebar Efektif (m)}$$

- W_{entry} = Lebar masuk (m)
- W_{exit} = Lebar keluar (m)
- W_A = Lebar pendekat (m)
- W_{LOR} = Lebar pendekat dngan belok kiri langsung (m)
- P_{LOR} = Rasio belok kiri langsung

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri, lurus dan belok-kanan) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk pendekat terlindung:

Tabel 2.2 Konversi kendaraan terhadap Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Ekivalensi Mobil Penumpang (emp)
Kendaraan berat (HV)	1,3
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Sepeda motor (MC)	0,3

3. Arus Jenuh.

Yang dimaksud dengan arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).

$$\text{Arus Jenuh (S)} = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F_{CS} = Faktor Ukuran Kota

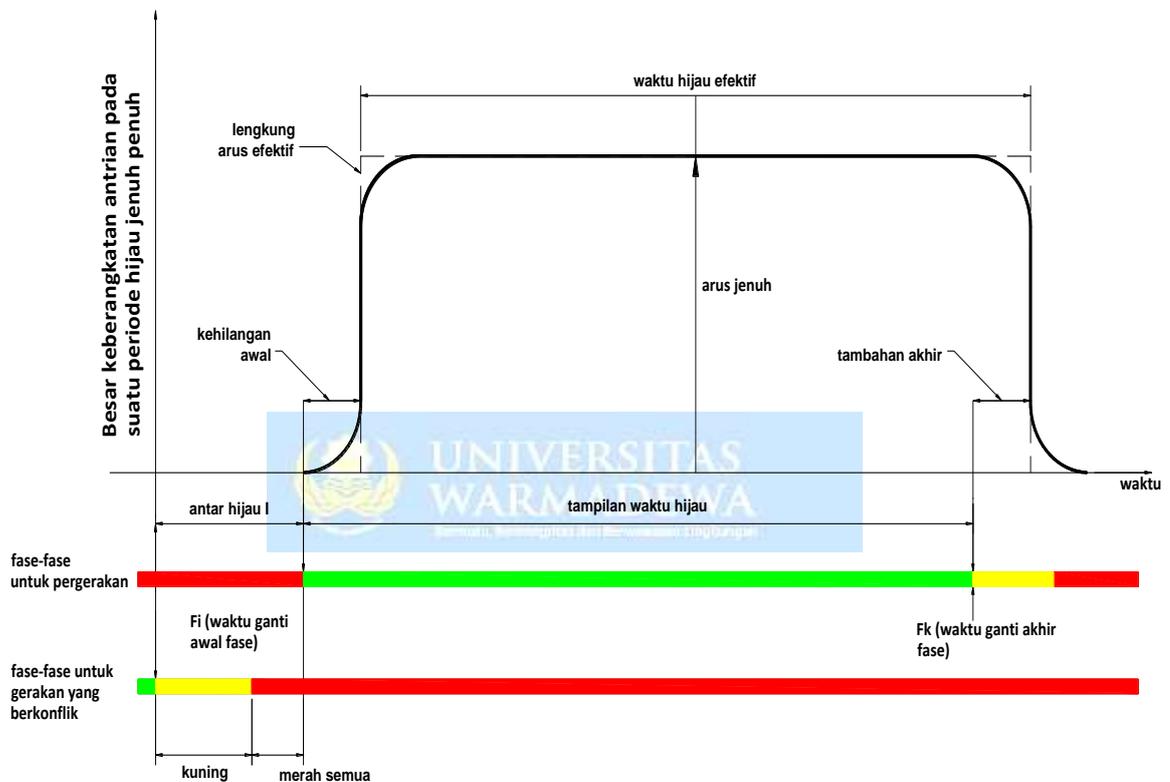
F_{SF} = Faktor Lingkungan atau Hambatan Samping

F_G = Faktor Penyesuaian Kelandaian.

F_P = Faktor Penyesuaian Parkir

F_{RT} = Faktor penyesuaian untuk belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian untuk belok kiri



Gambar 2.10 Kurva Arus Jenuh (Dep. P. U., 1997)

Faktor-faktor yang mempengaruhi arus jenuh adalah :

a. Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian untuk nilai dasar jenuh untuk kedua tipe pendekatan *Protected (P)* dan *Oposite (O)*. Penyesuaian arus jenuh dipengaruhi oleh beberapa faktor kondisi yaitu :

- ❖ Faktor ukuran kota

Tabel 2.3 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs}).

Ukuran Kota CS	Penduduk (P) (juta)	Faktor Penyesuaian ukuran Kota (F_{cs})
Sangat Kecil	$P < 0.1$	0.82
Kecil	$0.1 \leq P < 0.5$	0.88
Sedang	$0.5 \leq P < 1.0$	0.94
Besar	$1.0 \leq P < 3.0$	1.00
Sangat Besar	> 3.0	1.05

Sumber: Departemen P.U., 1997

❖ Faktor Lingkungan atau Hambatan Samping (F_{sf})

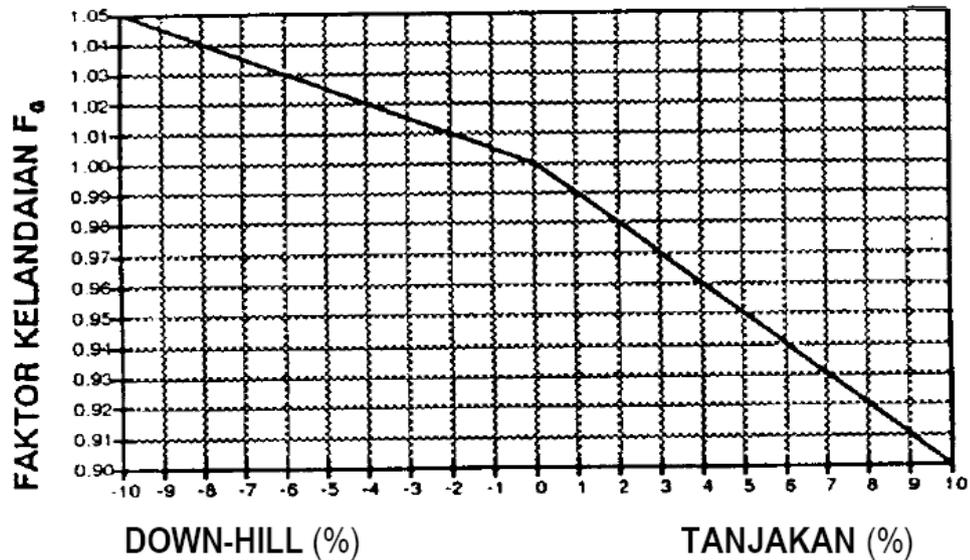
Tabel 2.4 Faktor penyesuaian hambatan samping atau *side friction* (F_{sf})

Type Lingkungan	Hambatan Samping	Type Phase	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (%)					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
Komersil	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
Perumahan	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	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/ sedang/rendah	Terlawan	1	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
		Terlindung	1	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

Sumber: Departemen P.U., 1997

❖ Faktor Kelandaian Pendekat atau *Gradient* (F_g)

Pada pendekat dengan *gradient* positif (naik), maka arus jenuh berkurang, sebaliknya pada simpang yang menurun, maka arus jenuh meningkat, dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Faktor Penyesuaian Kelandaian

❖ Faktor Jarak Parkir Tepi Jalan (F_p)

Faktor jarak parkir tepi jalan dapat disesuaikan dengan menggunakan rumus:

$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3) - g] / W_A \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

F_p = Faktor jarak parkir tepi jalan

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau (detik)

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m)

❖ Faktor Belok Kanan (F_{RT})

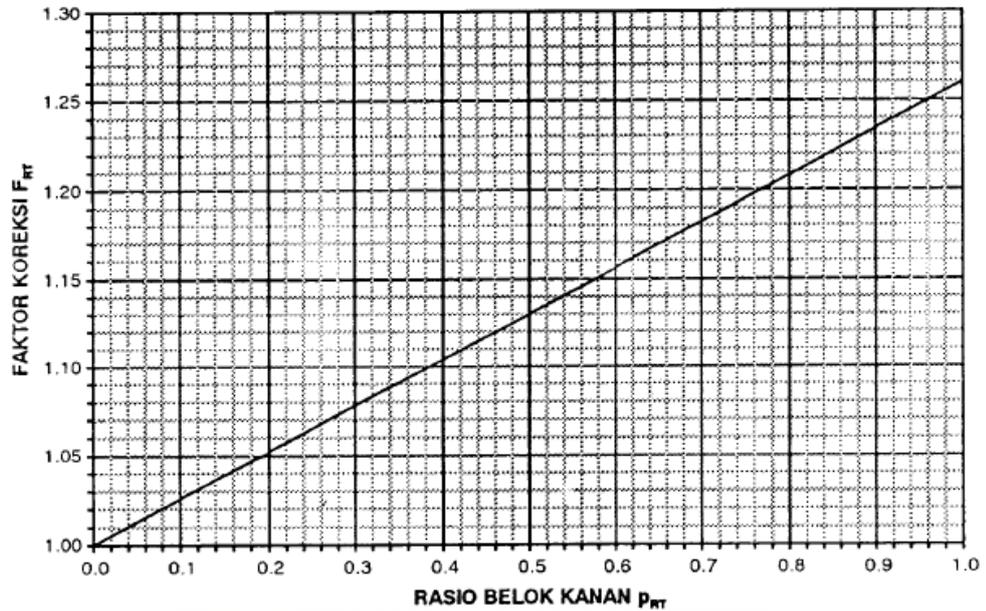
Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{RT} = 1 - P_{RT} \times 0.26 \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : P_{RT} = Prosentase arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau.

F_{RT} = Faktor koreksi belok kanan.

Nilai faktor koreksi untuk belok kanan dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Faktor penyesuaian untuk belok kanan

❖ Faktor Belok Kiri (F_{LT})

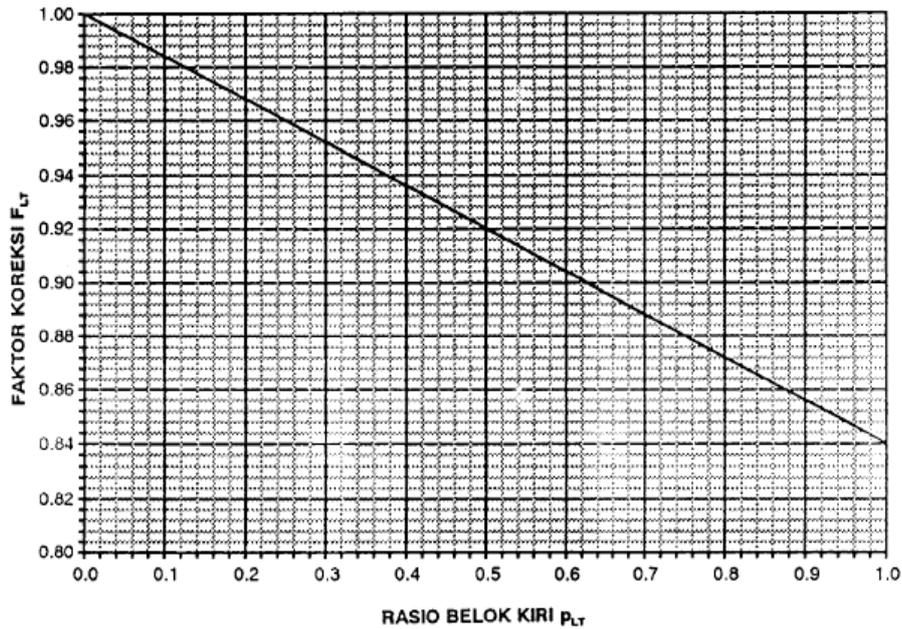
Pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus :

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \times 0.16 \dots\dots\dots (8)$$

Dimana : P_{LT} = Prosentase belok kiri pada pendekat.

F_{LT} = Faktor koreksi belok kiri.

Nilai faktor koreksi untuk belok kiri dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Faktor penyesuaian untuk belok kiri.

b. Arus Jenuh Dasar.

Yang dimaksud dengan arus jenuh dasar adalah banyaknya keberangkatan antrian didalam pendekat dalam kondisi yang ideal (smp/jam hijau).



Untuk pendekat dengan tipe P (arus terlindung), dihitung dengan cara:

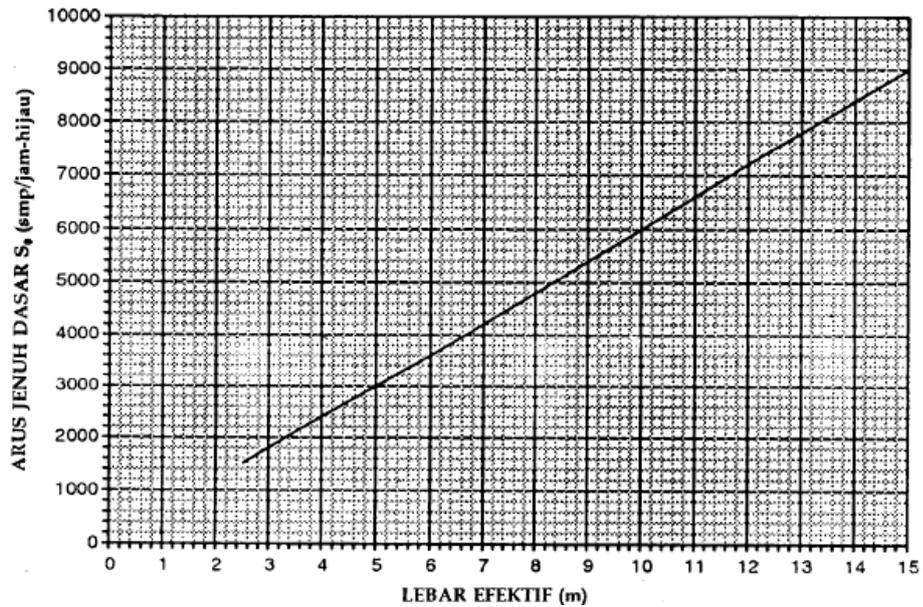
$$S_o = 600 \times We \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

We = lebar pendekat efektif (m)

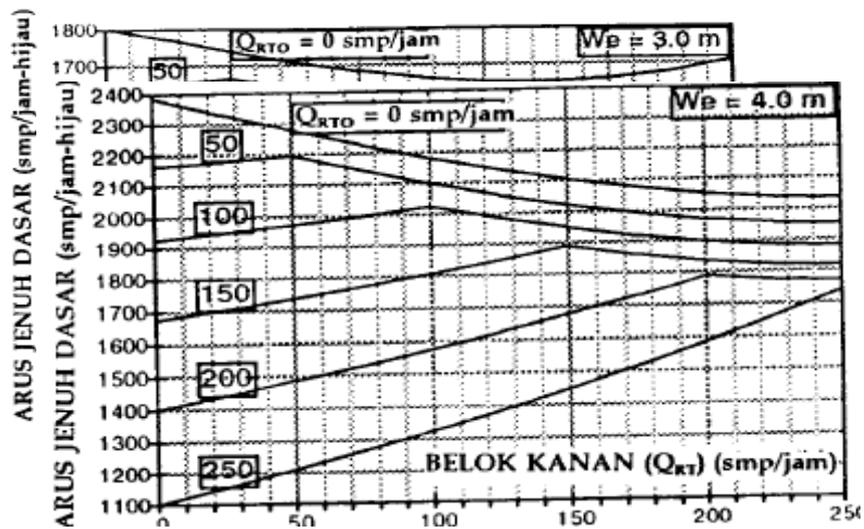
Nilai arus jenuh dasar untuk tipe pendekat dengan arus terlindung, ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.14



Gambar 2.14 Arus jenuh dasar untuk tipe pendekat terlindung.

❖ Pendekat dengan Tipe O (Arus Terlawan)

S_0 ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.15



Gambar 2.15 S_0 untuk pendekat tipe O tanpa lajur belok kanan terpisah

Arus jenuh ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (We) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekat tersebut dan juga pada pendekat yang berlawanan, karena faktor-faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir.

4. Rasio Arus

Rasio arus (FR) masing-masing pendekatan dihitung dengan rumus :

$$FR = Q / S \dots\dots\dots (10)$$

Dimana: Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)

Nilai kritis FR_{crit} (maksimum) dari rasio arus yang ada dihitung rasio arus pada simpang dengan penjumlahan rasio arus kritis tersebut:

$$IFR = \Sigma (FR_{crit}) \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

IFR = Rasio arus simpang.

Dari kedua nilai diatas maka didapatkan rasio phase (phase rasio) PR untuk tipe phase yaitu :

$$PR = FR_{crit} / IFR \dots\dots\dots (12)$$

Perlu diperhatikan :

- a. Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisa hanya gerakan-gerakan lurus dan belok kanan saja yang dimasukkan dalam nilai Q.
- b. Jika $W_e = W_{keluar}$ hanya gerakan lurus saja yang dimasukkan dalam nilai Q.
- c. Jika suatu pendekatan mempunyai sinyal hijau dalam dua phase, yang satu untuk arus terlawan (O) dan yang lainnya arus terlindung (P), gabungan arus lalu lintas sebaliknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan arus jenuh.

5. Waktu siklus dan Waktu Hijau.

- ❖ Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}), dihitung dengan rumus :

$$C_{ua} = (1,5 LTI + 5) / (1 - IFR = \sum IFR_{crit}) \dots \dots \dots (13)$$

Dimana :

C_{ua} = Panjang siklus (detik)

LT = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus.

FR = Ratio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh, arus jenuh (Q/S)

FR_{crit} = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat yang terhenti pada suatu phase.

Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan pada:

Tabel 2.5 Pengaturan waktu siklus

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
2 phase	40 – 80
3 phase	50 – 100
4 phase	80 – 130

Sumber: Departemen P.U., 1997

Nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan <10m, yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih besar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang 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.

❖ Waktu hijau

$$g_i = C_{ua} - LTI \times PR_i \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan :

- g_i = Tampilan waktu hijau pada phase i (detik)
- C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)
- LTI = Waktu hilang total persiklus (detik)
- PR_i = Rasio phase

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu lalu lintas yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan, dan bila disesuaikan harus dimasukkan dalam waktu siklus.

❖ Waktu siklus yang disesuaikan.

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (15)$$

2.6 Metode *Time Slice*

Metode *Time slice* adalah dimana data lalu lintas atau kendaraan yang sudah di rekam dengan *video camera* pada persimpangan selanjutnya dianalisis dengan peralatan video kaset dan televisi. Alokasi waktu setiap *slice* ditentukan setiap maksimal 6 detik dan jumlah interval setiap *slice* yang memenuhi syarat *saturation flow* paling sedikit 20 interval waktu hijau. Setelah dilakukan kompilasi

data, dilakukan analisis data yaitu perhitungan emp kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor. Perhitungan nilai emp dilakukan dengan berbagai tahapan. Tahap pertama dari analisis tersebut adalah perhitungan arus jenuh lapangan dengan menggunakan metode potongan waktu. Dasar dalam metode ini adalah membagi setiap waktu hijau kondisi jenuh ke dalam potongan waktu dengan interval tetap. Setelah didapatkan nilai arus jenuh, dilakukan perhitungan nilai emp untuk masing-masing kendaraan. Perhitungan nilai emp dilakukan pada masing-masing potongan waktu, dengan menggunakan rumus:

$$(\sum lv \times emp_{lv} + \sum hv \times emp_{hv} + \sum mc \times emp_{mc}) \times \frac{3600}{t} = S \dots\dots\dots(16)$$

