

## **BAB 4**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Metodologi Penelitian ini disusun untuk mengarahkan pembahasan studi secara terstruktur. Metodologi penelitian ini digunakan untuk menganalisis dan mengklarifikasikan data dengan berbagai teknik seperti survei, observasi, literatur dan lain-lain. Suatu penelitian bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kebenaran suatu pengetahuan, agar didapat hasil yang tepat dan akurat.

Penelitian ini ditunjukkan untuk mengetahui kapasitas dan tingkat kinerja simpang bersinyal pada simpang Kebon Jahe Kota Serang, maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode survei PKJI 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014) merupakan pemutakhiran dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) yang telah digunakan lebih dari 12 tahun sejak diterbitkan.

#### **4.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini berada di Simpang Kebon Jahe, Kecamatan Serang, Kota Serang, Banten. Persimpangan Kebonjahe yang menghubungkan Jalan Lingkar Selatan, Jalan Yusuf Martadilaga, Jalan Abdul Hadi, Jalan Raya Serang – Pandeglang ini mengakibatkan Simpang ini menjadi salah satu simpang yang ramai dilalui di Kota Serang. Aktifitas pada bagian-bagian dipersimpangan diantaranya adalah akses menuju hotel, perkantoran, supermarket, banyaknya pemakai jalan yang tidak disiplin dalam berlalu lintas, keberadaan warung-warung serta kendaraan yang diparkir sembarangan disekitar lokasi simpang juga semakin menambah masalah yang terjadi di persimpangan tersebut.

Melihat fenomena ini maka kita bisa melihat bahwa konflik arus lalu lintas di persimpangan Kebon Jahe cukup besar, terutama pada jam-jam sibuk yaitu pada saat jam pagi dan sore hari sering terjadi kemacetan yang menyebabkan antrian panjang sehingga perlu dianalisis untuk dicari solusinya.



Gambar 4.1 Titik Lokasi Penelitian

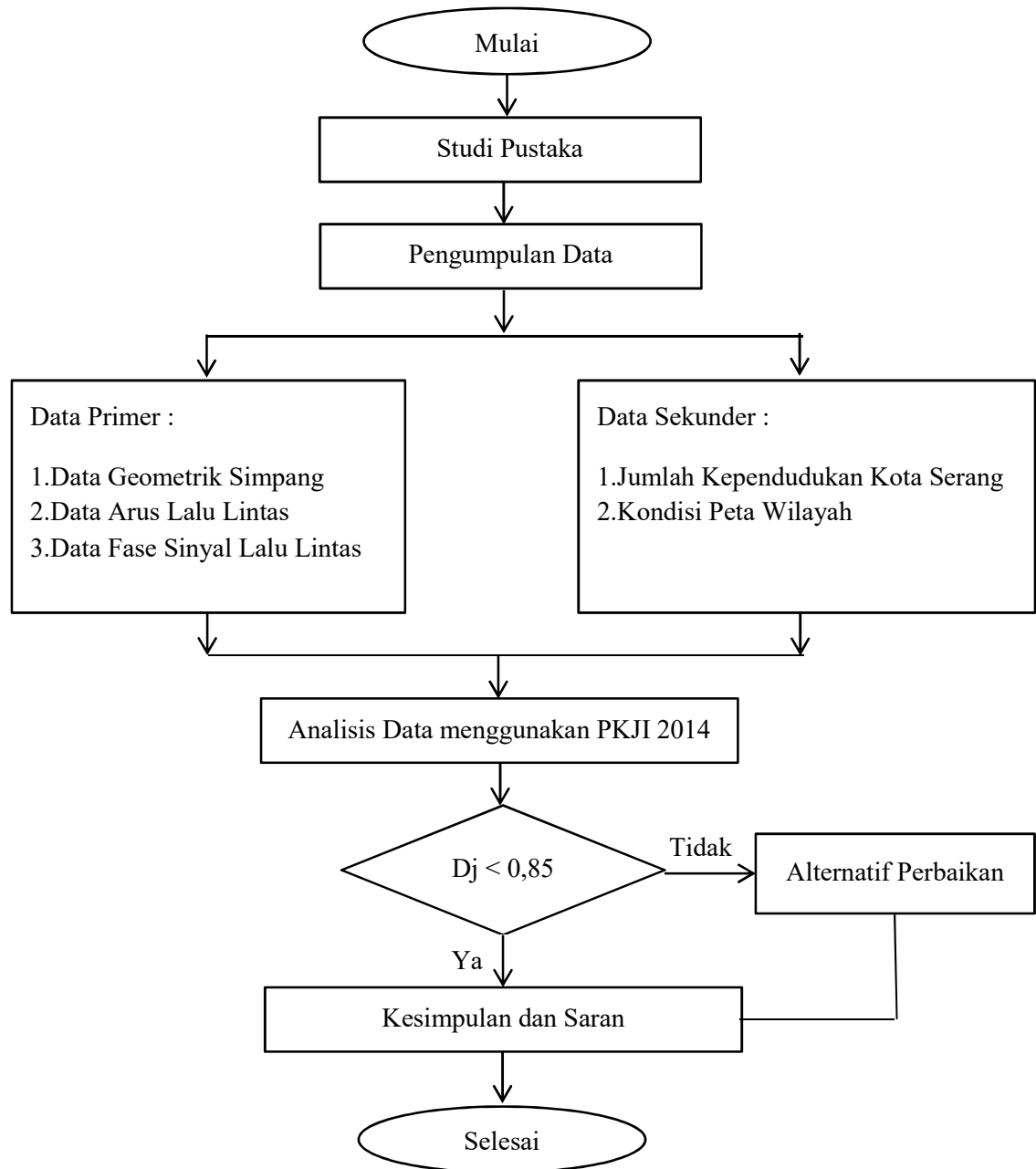
( Sumber: Google Maps, 2022 )



Gambar 4.2 Titik Lokasi Penelitian

( Sumber: Google Earth, 2022 )

### 4.3 Prosedur Penelitian



Gambar 4.3 Bagan Alir Prosedur Penelitian

(Sumber: Analisis Penulis, 2022)

### 4.4 Data Penelitian

Berbagai data yang digunakan di dalam penelitian ini bersumber dari data primer, yaitu data yang diperoleh dengan melakukan pengumpulan data secara langsung di lokasi yang menjadi objek penelitian. Dan data sekunder yang di ambil

berdasarkan nilai – nilai yang sudah menjadi ketetapan yang sudah tertera di dalam PKJI 2014.

#### 4.4.1 Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dari hasil pengamatan atau pencatatan secara langsung di lokasi penelitian, yang diantaranya meliputi :

a. Data Volume Lalu Lintas

Dalam survei volume kendaraan yang diambil adalah data yang melewati pos pengamatan. Data volume kendaraan yang diambil dibedakan dalam beberapa klasifikasi kendaraan, yaitu :

- 1) Sepeda Motor
- 2) Kendaraan Ringan
- 3) Kendaraan Berat
- 4) Kendaraan Tak Bermotor

Data arus lalu lintas yang melewati simpang di ambil selama 2 (dua) hari selama dua jam pada waktu pagi, siang, dan sore. Waktu pengumpulan data dilakukan pada jam puncak pagi, jam puncak siang, dan jam puncak sore. Pengambilan data akan dilakukan pada hari Senin dan hari Minggu. Adapun pengambilan data dilakukan pada pukul 06.00 – 18.00 WIB dengan menggunakan sampel – sampel jam padat. Waktu padat pagi hari yaitu antara pukul 07.00 – 09.00 WIB, waktu padat siang hari yaitu pukul 11.00 – 13.00 WIB, dan waktu padat sore hari yaitu pukul 16.00 – 18.00 WIB.

b. Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang dilakukan dengan mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (Utara = Jalan Yusuf Martadilaga, Barat = Jalan Lingkar Selatan, Timur =Jalan K.H.Abdul Hadi, Selatan = Jalan Raya Serang - Pandeglang) dan tipe pendekat, ada tidaknya median jalan, mengukur lebar pendekat, serta menghitung lebar lajur.

c. Data pengaturan sinyal yang digunakan pada penelitian meliputi lamanya waktu hijau, merah, kuning, waktu hilang awal (*star lag*), dan waktu tambahan akhir (*end lag*).

#### **4.4.2 Data Sekunder**

Data sekunder yang digunakan untuk keperluan analisis kinerja simpang bersinyal ini diperoleh dari ketetapan yang sudah pada PKJI 2014. Data sekunder yang diperlukan juga didapat dari instansi pemerintahan setempat di Kota Serang, yaitu Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019.

#### **4.5 Analisis Simpang Bersinyal dengan PKJI 2014**

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia atau PKJI 2014 adalah suatu bentuk pemutakhiran dari MKJI 1997 yang sudah lama dipakai untuk menganalisa kinerja suatu ruas jalan.

Analisis yang digunakan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) untuk mengetahui kapasitas dan tingkat kinerja simpang. Standar yang digunakan PKJI 2014 untuk derajat kejenuhan ( $D_j$ ) yaitu kurang dari 0,85. Alternatif perbaikan dilakukan jika derajat kejenuhan pada simpang sudah melebihi dari 0,85. Alternatif perbaikan yang nantinya dilakukan untuk menaikkan kinerja Simpang Kebonjahe jika hasil penelitian pada simpang tersebut butuh perbaikan diantaranya yaitu alternatif solusi jangka pendek dan jangka panjang. Alternatif solusi jangka pendek yang akan direncanakan yaitu melakukan pengaturan ulang sinyal atau melakukan perubahan fase. Sedangkan alternatif solusi jangka panjang dengan melakukan pelebaran geometrik simpang serta melakukan kombinasi dengan alternatif perbaikan jangka pendek.

##### **4.5.1 Data Masukan**

Data masukan terdiri dari data geometrik, pengaturan lalu lintas, dan kondisi lingkungan jalan, serta data lalu lintas. Pada data masukan lalu lintas diperlukan untuk 2 (dua) hal, yaitu pertama data arus lalu lintas eksisting dan kedua data arus lalu lintas rencana.

##### **a. Kondisi geometri dan lingkungan**

Kondisi geometri ditunjukkan dalam bentuk gambar yang bertujuan untuk memberikan informasi mengenai lebar jalur, bahu, median, serta petunjuk arah untuk setiap lengan.

Kondisi lingkungan jalan yaitu menggambarkan tipe lingkungan jalan yang dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu :

- 1) Komersial (*commercial*)
- 2) Pemukiman (*residential*)
- 3) Akses terbatas (*restricted access*)

b. Kondisi arus lalu lintas

Data lalu lintas yang diperoleh dibagi kedalam beberapa tipe kendaraan yaitu kendaraan berat (KB), kendaraan ringan (KR), sepeda motor (SM), dan kendaraan tak bermotor (KTB). Pada PKJI 2014 kendaraan tidak bermotor termasuk kategori sebagai hambatan samping.

Tabel 4.1 Klasifikasi Jenis Kendaraan

Kode	Jenis Kendaraan	Tipikal Kendaraan
SM	Kendaraan bermotor roda 2 dengan panjang tidak lebih dari 2,5	Sepeda motor, <i>scooter</i> , motor gede (moge)
KR	Mobil penumpang termasuk kendaraan roda-3, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 5,5 m	Sedan, Jeep, Station wagon, Opelet, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk kecil
KS	Bus dan Truk 2 sumbu, dengan panjang tidak lebih dari atau sama dengan 12,0 m	Bus Kota, Truk sedang
KB	Truk dengan jumlah sumbu sama dengan atau lebih dari 3 dengan panjang lebih dari 12 m	Truk Tronton, dan Truk Kombinasi (Truk Gandengan dan Truk Tempelan)
KTB	Kendaraan tak bermotor	Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

Catatan: \*) Dalam jalan perkotaan, KB dikategorikan KS

Dalam memperhitungkan lalu lintas digunakan satuan skr/jam. Menurut PKJI 2014, skr (satuan kendaraan ringan) merupakan satuan arus lalu lintas dimana arus lalu lintas dari berbagai kendaraan diubah menjadi

kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan mengalikan faktor konversinya yaitu ekr (ekivalen kendaraan ringan). Untuk nilai ekr dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4.2 Nilai Konversi skr

Tipe Kendaraan	Nilai skr	
	Terlindung	Terlawan
KB	1,3	1,3
KR	1,0	1,0
SM	0,15	0,4

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

c. Hambatan Samping

Hambatan samping adalah kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas (PKJI 2014). Hambatan samping ini terbagi menjadi 4 kategori berbeda dengan bobot yang berbeda seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pembobotan Hambatan Samping

Jenis Hambatan Samping	Faktor Bobot
Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyebrang	0,5
Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1
Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

Tingkatan hambatan samping setelah dikonversikan dengan bobot diatas dibagi menjadi lima kriteria. Kriteria - kriteria tersebut akan mempengaruhi kapasitas jalan dan juga akan mempengaruhi kecepatan arus bebas pada suatu ruas jalan. Tabel 4.4 akan menunjukkan macam kriteria hambatan samping.

Tabel 4.4 Kriteria Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Nilai Frekuensi Kejadian (di kedua sisi) dikali bobot	Kondisi daerah
Sangat Rendah	SR	<100	Daerah pemukiman, tersedia jalan lingkungan
Rendah	R	100-299	Daerah pemukiman, ada beberapa angkutan umum
Sedang	S	300-499	Daerah industry, 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

#### 4.5.2 Penggunaan Sinyal

##### a. Fase Sinyal

Fase adalah suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan identifikasi lampu lalu lintas yang sama (Ahmad Munawar, 2013). Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata-rata tundaan rendah. Bila arus belok kanan dari satu kaki atau arus belok kanan dari kiri lawan arah terjadi pada fase yang sama, arus ini dinyatakan sebagai terlawan (*opposed*). Arus belok kanan yang dipisahkan fasenya dengan arus lurus atau belok kanan tidak diizinkan, maka arus ini dinyatakan sebagai terlindung (*protected*).

Periode merah semua ( $M_{\text{semua}}$ ) antar fase harus sama atau lebih besar dari total waktu hijau hilang total ( $H_H$ ) setelah waktu merah semua ditentukan, waktu hijau hilang total ( $H_H$ ) dapat dihitung sebagai penjumlahan periode waktu antar hijau ( $H_A$ ). Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan 3 detik.



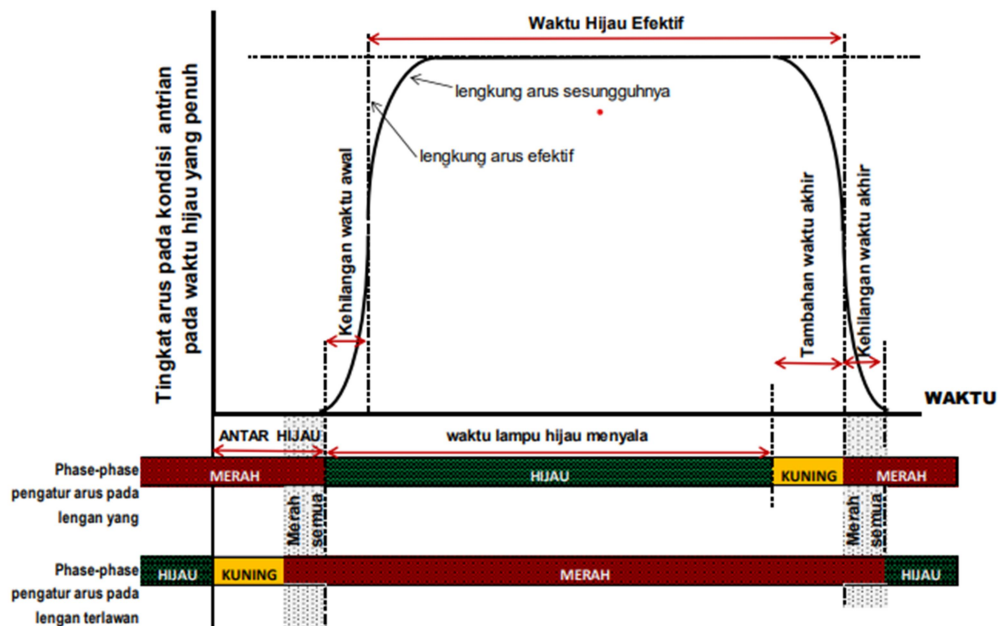
b. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Pada saat periode dimulai kendaraan masih dalam kondisi terhenti, dan memerlukan waktu lagi untuk mulai berjalan serta memperlambatnya sampai ke suatu kecepatan normal, ini terjadi setelah menempuh 10-15 detik kemudian.

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai "kehilangan awal" dari waktu antar hijau, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu "tambahan akhir" dari waktu antar hijau. Jadi besarnya waktu antar hijau yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar  $S$ , dapat dihitung sebagai :

Waktu antar hijau = Tampilan waktu hijau - Kehilangan awal + Tambahan akhir

Gambar model dasar untuk arus jenuh ( $S$ ) dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.4 Model Arus Jenuh Dasar

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

Titik konflik kritis pada masing – masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua ( $M_{semua}$ ) terbesar. Merah semua per fase dipilih yang

terbesar dari dua hitungan waktu lintasan, yaitu kendaraan berangkat dan pejalan kaki.

$$M_{SEMUA} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \\ \frac{L_{PK}}{V_{PK}} \end{array} \right. \quad (4.1)$$

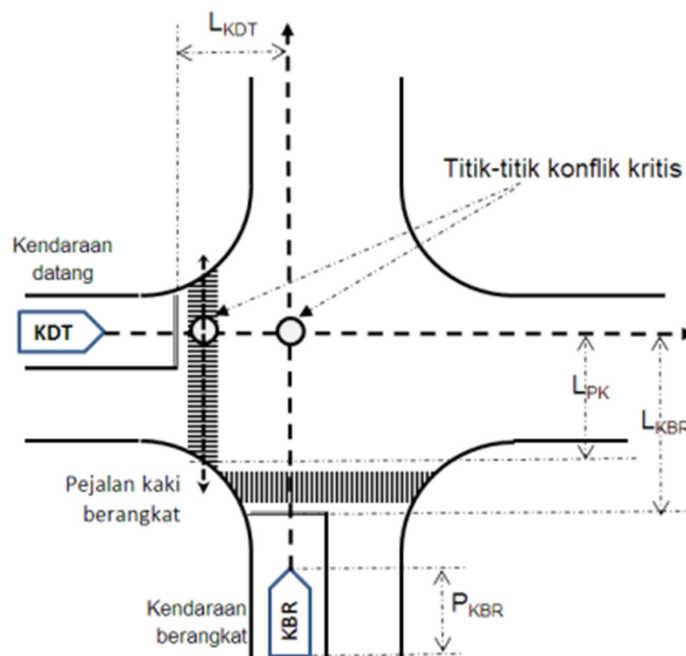
Keterangan :

$L_{KBR}$ ,  $L_{KDT}$ ,  $L_{PK}$  = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing – masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang datang, dan pejalan kaki (m)

$P_{KBR}$  = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

$V_{KBR}$ ,  $V_{KDT}$ ,  $V_{PK}$  = Kecepatan untuk masing – masing kendaraan berangkat, kendaraan datang, dan pejalan kaki (m/det)

Rumus diatas sebenarnya digunakan untuk simpang 4 (empat) lengan, sedangkan untuk simpang 3 (lengan) terdapat kesulitan untuk menetapkan jarak kendaraan dari garis henti untuk dapat bergerak maju atau meninggalkan ( $L_{KDT}$ ). Untuk memudahkan penentuan  $L_{KDT}$  maka digunakan asumsi seperti pada simpang 4 (empat) lengan yaitu  $L_{KDT}$ .



Gambar 4.5 Titik Konflik Kritis

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

Nilai – nilai  $V_{KBR}$ ,  $V_{KDT}$ , dan  $P_{KBR}$  tergantung dari kondisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada simpang. Nilai – nilai berikut ini dapat digunakan sesuai peraturan Indonesia sebagai pilihan jika nilai baku tidak tersedia :

1. Kecepatan kendaraan yang datang ( $V_{KDT}$ ) yaitu 10 m/det (kendaraan bermotor)
2. Kecepatan kendaraan yang berangkat ( $V_{KBR}$ ) yaitu :
  - a. 10 m/det (kendaraan bermotor)
  - b. 3 m/det (kendaraan tak bermotor)
  - c. 1,2 m/det (pejalan kaki)
3. Panjang kendaraan yang berangkat ( $P_{KBR}$ ) yaitu :
  - a. 5 m (KR atau KB)
  - b. 2 m (SM atau KTB)

Periode  $M_{SEMUA}$  antara fase harus sama atau lebih besar dari *clearance time*, setelah waktu  $M_{SEMUA}$  ditetapkan, waktu hijau hilang total ( $H_H$ ) dapat dihitung sebagai penjumlahan periode waktu antar hijau ( $H_A$ ).

$$H_H = \sum (M_{SEMUA} + K)I \quad (4.2)$$

Keterangan :

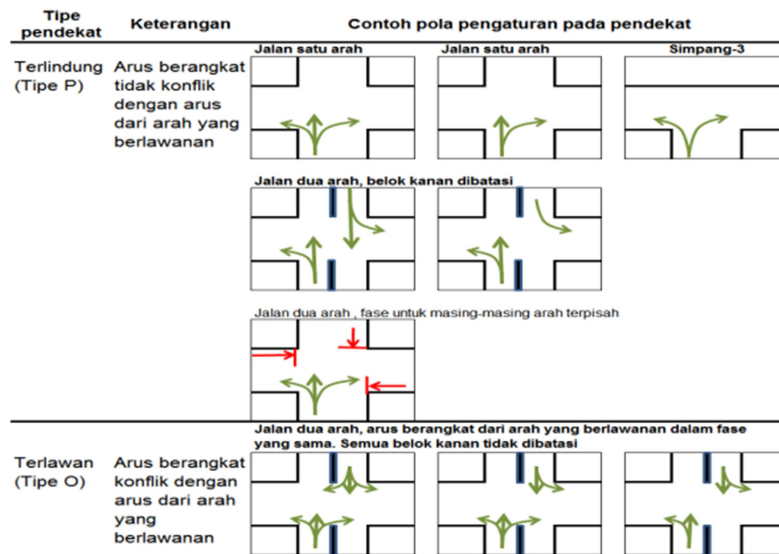
Panjang durasi waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan selama 3 detik.

### 4.5.3 Faktor Penyesuaian dan Waktu Sinyal

#### a. Tipe Pendekat (*approach*)

Tipe pendekat pada persimpangan bersinyal pada umumnya dibedakan atas 2 (dua) macam, diantaranya :

1. Tipe terlindung (tipe P) yaitu pergerakan kendaraan pada arus berangkat tidak terjadi konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan.
2. Tipe terlawan (tipe O) yaitu pergerakan kendaraan pada arus berangkat terjadi konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan.



Gambar 4.6 Tipe Pendekat

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

b. Lebar Pendekat Efektif

Lebar Pendekat Efektif ( $L_E$ ) untuk pendekat dengan pulau lalu lintas maupun tanpa pulau lalu lintas dapat ditentukan dengan langkah – langkah sebagai berikut, yaitu :

1. Bila  $L_{BKijT} \geq 2 \text{ m}$  , maka arus kendaraan BKiJT dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan selama isyarat merah. Selanjutnya arus lalu lintas belok kiri langsung ( $Q_{BKijT}$ ) tidak disertakan dalam perhitungan waktu sinyal dan kapasitas, sehingga :

$$Q = Q_{LRS} + Q_{Bka} \tag{4.3}$$

Lebar pendekat efektif ditentukan dengan rumus :

$$L_E = \min \left\{ \begin{array}{l} L - L_{BKijT} \\ L_M \end{array} \right. \tag{4.4}$$

Periksa  $L_K$  (hanya untuk pendekat tipe P), jika  $L_K < L_M \times (1 - R_{Bka})$ , maka  $L_E = L_K$ , dan analisis penentuan waktu isyarat untuk pendekat ini didasarkan hanya bagian lalu lintas yang lurus saja yaitu  $Q_{LRS}$ .

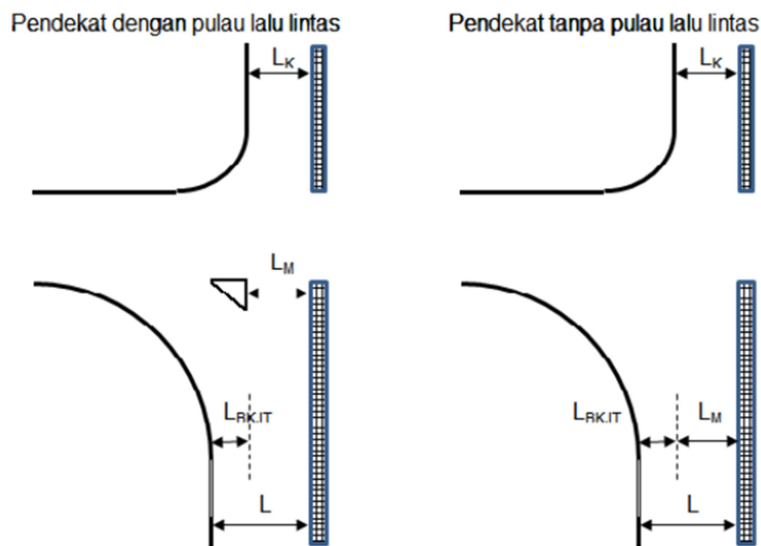
2. Bila  $L_{BKijT} < 2 \text{ m}$ , maka kendaraan BKiJT dianggap tidak dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan selama isyarat

merah. Maka dalam perhitungan selanjutnya harus menyertakan arus lalu lintas belok kiri langsung ( $Q_{BKijT}$ ).

Lebar pendekat efektif ditentukan dengan rumus :

$$L_E = \min \left\{ \begin{array}{l} L \\ L_E + L_{BKijT} \\ L \times (1 + R_{BKijT}) - L_{BKijT} \end{array} \right. \quad (4.5)$$

Periksa  $L_K$  (hanya untuk pendekat tipe P), jika  $L_K < L_M \times (1 - R_{Bka} - R_{BKijT})$ , maka  $L_E = L_K$ , dan analisis penentuan waktu isyarat untuk pendekat ini didasarkan hanya bagian lalu lintas yang lurus saja yaitu  $Q_{LRS}$ .



Gambar 4.7 Lebar Pendekat Efektif

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

### c. Arus Jenuh Dasar

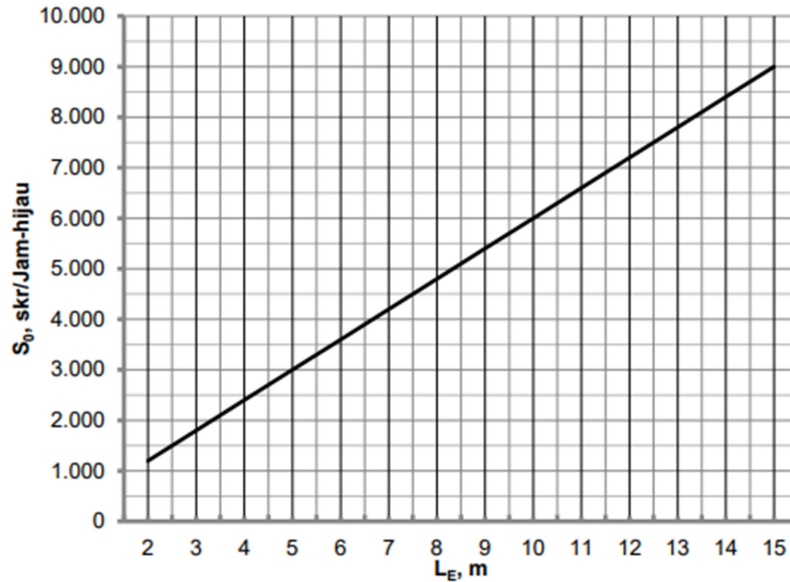
Arus jenuh dasar  $S_0$  yaitu besarnya keberangkatan antrian dalam pendekat selama kondisi ideal. Untuk pendekat terlindung (P),  $S_0$  sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat.  $S_0$  ditentukan oleh persamaan rumus dan dapat pula dengan menggunakan diagram seperti sebagai berikut :

$$S_0 = 600 \times L_E \quad (4.6)$$

Keterangan :

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

$L_E$  = Lebar pendekat efektif (m)



Gambar 4.8 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

d. Faktor Penyesuaian

1) Faktor penyesuaian ukuran Kota ( $F_{UK}$ )

Faktor penyesuaian ukuran kota dapat diperoleh sesuai dengan yang tertera pada tabel berikut :

Tabel 4.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor Penyesuaian ukuran Kota ( $F_{UK}$ )
Sangat Besar	>3,0	1,05
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Kecil	0,1 – 0,5	0,83
Sangat Kecil	<0,1	0,82

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

2) Faktor penyesuaian lingkungan jalan ( $F_{HS}$ )

Faktor koreksi hambatan samping ( $F_{HS}$ ) merupakan fungsi dari jenis lingkungan jalan, hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Jika hambatan samping tidak diketahui, hambatan samping dapat diasumsikan tinggi agar tidak terjadi *over estimate* untuk kapasitas.

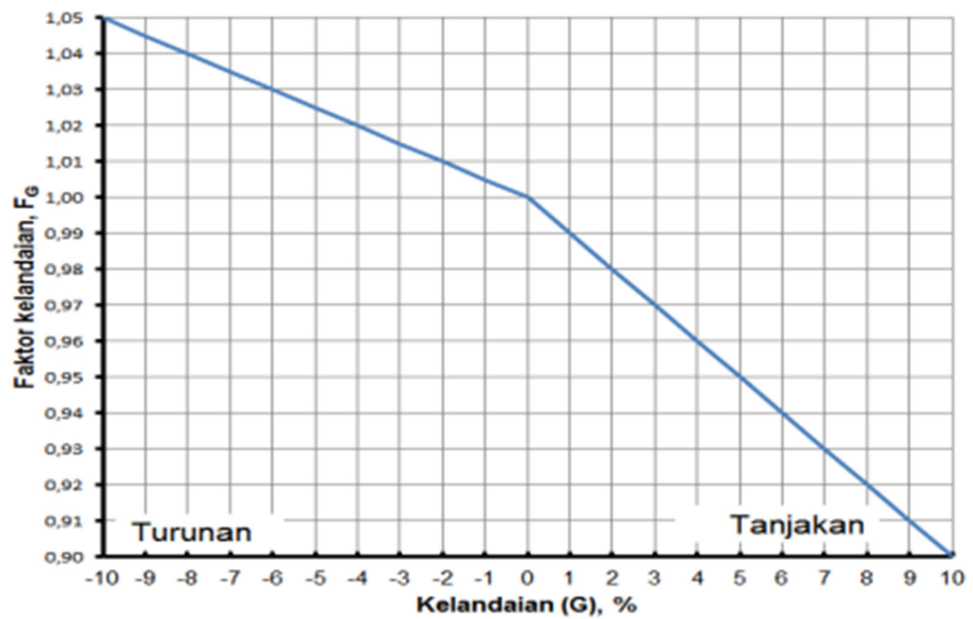
Tabel 4.6 Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan simpang, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor

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
Pemukiman (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/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : PKJI SSumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

3) Faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ )

Faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ ) ditentukan seperti pada grafik berikut ini:



Gambar 4.9 Faktor penyesuaian untuk kelandaian ( $F_G$ )

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

4) Faktor penyesuaian parkir ( $F_p$ )

Faktor penyesuaian parkir ( $F_p$ ) adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar pendekat. Nilai  $F_p$  dapat ditentukan oleh grafik dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti yang tertera di bawah ini :

$$F_p = \frac{L_p \cdot (L-2) \times (\frac{L_p}{3} - g)}{3 \cdot \frac{L}{H}} \quad (4.7)$$

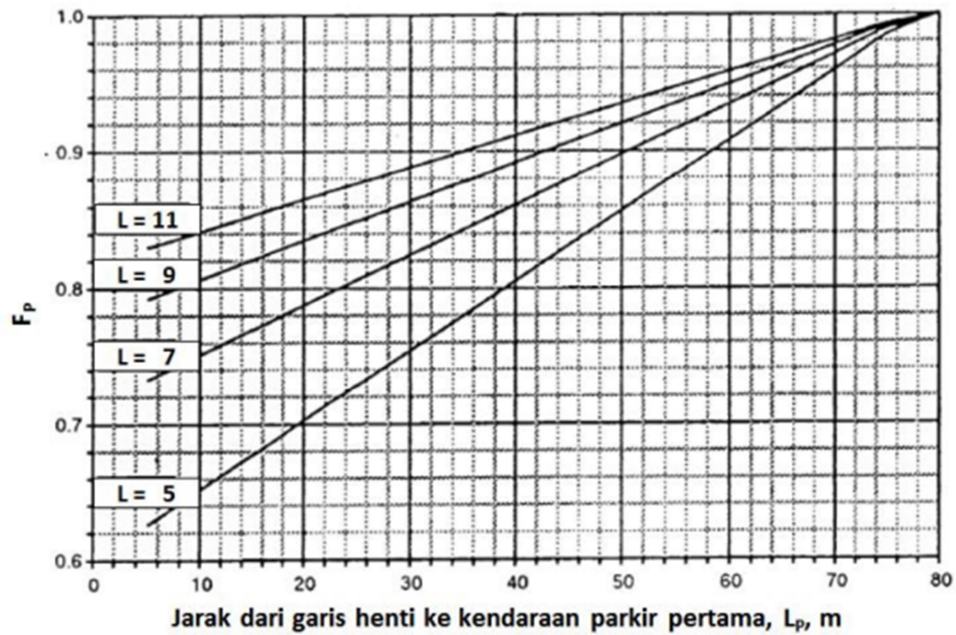
Keterangan :

$L_p$  = Jarak antara garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lajur belok kiri (m)

$L$  = Lebar pendekat (m)

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





Gambar 4.10 Faktor penyesuaian untuk pengaruh parker ( $F_p$ )

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

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

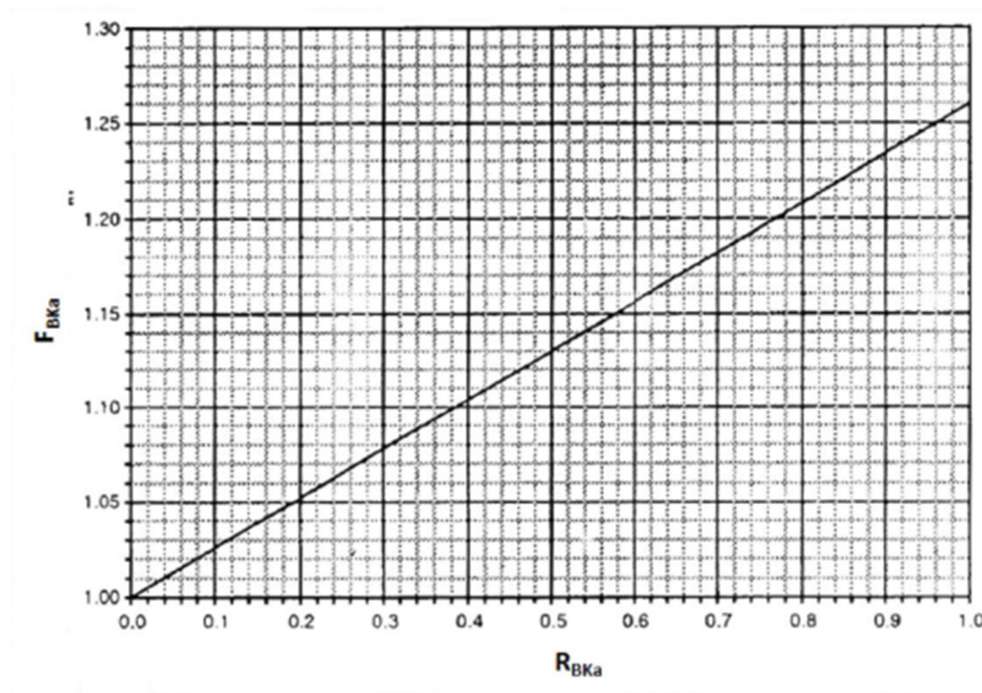
Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan yang berbelok ke kanan ( $R_{BKa}$ ). Perhitungan ini hanya berlaku untuk pendekat tipe P, tanpa median, tipe jalan dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Nilai  $F_{BKa}$  dapat ditentukan dengan melihat pada grafik dan dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (4.8)$$

Keterangan :

$F_{BKa}$  = Faktor penyesuaian belok kanan

$R_{BKa}$  = Rasio belok kanan



Gambar 4.11 Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{BKa}$ )

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

6) Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{BKl}$ )

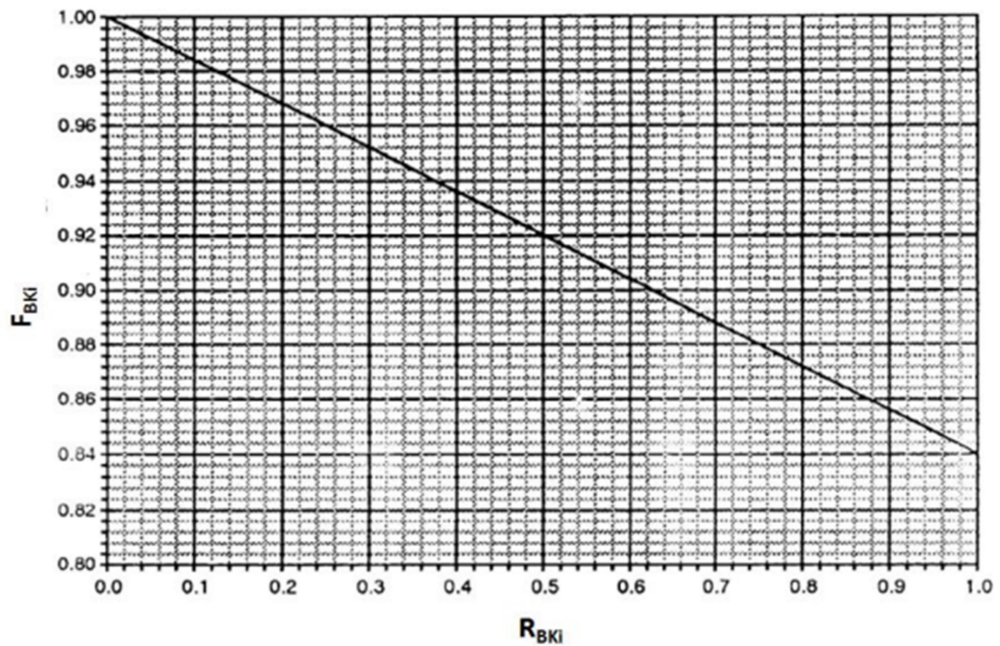
Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{BKl}$ ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri, perhitungan ini berlaku untuk pendekat tipe P tanpa BKiJT, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Nilai  $F_{BKl}$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus atau dapat juga ditentukan melalui grafik berikut :

$$F_{BKl} = 1,0 - R_{BKl} \times 0,16 \quad (4.9)$$

Keterangan :

$F_{BKl}$  = Faktor penyesuaian belok kiri

$R_{BKl}$  = Rasio belok kiri



Gambar 4.12 Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{BK_i}$ )

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

e. Arus jenuh yang disesuaikan

Arus jenuh ( $S$ , skr/jam) adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) dengan faktor –faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal.  $S_0$  adalah  $S$  pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor – faktor penyesuaian untuk  $S_0$  adalah satu.  $S$  dirumuskan sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (4.10)$$

Keterangan :

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

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

$F_{UK}$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk

$F_G$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian jalan memanjang pendekat

$F_P$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama

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

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

f. Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh ( $R_{Q/S}$ )

Dalam menganalisis rasio arus jenuh ( $R_{Q/S}$ ) ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

- 1) Bila arus BKiJT harus dipisahkan dari analisis, maka hanya arus lurus dan belok kanan saja yang dihitung sebagai nilai Q
- 2) Bila  $LE = LK$ , maka hanya arus lurus saja yang masuk dalam nilai Q
- 3) Bila pendekatan mempunyai 2 (dua) fase, yaitu fase kesatu untuk arus terlawan (O) dan fase kedua untuk arus terlindung (P), maka arus gabungan dihitung dengan pembobotan seperti proses perhitungan arus jenuh.

Rasio arus jenuh ( $R_{Q/S}$ ) masing-masing pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S} \quad (4.11)$$

Perbandingan arus kritis ( $R_{Q/Skritis}$ ) yaitu nilai perbandingan arus tertinggi dalam tiap fase. Jika nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase dijumlahkan akan didapat perbandingan arus simpang

$$R_{AS} = \sum i (R_{Q/Skritis})i \quad (4.12)$$

Rasio fase (Rf) masing – masing fase sebagai rasio antara  $R_{Q/Skritis}$  dan  $R_{AS}$  :

$$RF = \frac{R_{Q/Skritis}}{R_{AS}} \quad (4.13)$$

g. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (c) dan waktu hijau (h).

1) Waktu Siklus (c)

Waktu siklus adalah urutan lengkap suatu lampu lalu lintas. Waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang, sedangkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi dari batas yang disarankan dapat menyebabkan memanjangnya antrian kendaraan dan bertambahnya tundaan, sehingga akan mengurangi kapasitas keseluruhan simpang.

Rumus waktu siklus bertujuan untuk meminimumkan tundaan total. Nilai c ditetapkan dengan menggunakan rumus seperti berikut ini :

$$C = \frac{(1,5 \times HH + 5)}{1 - \sum R_{Q/S_{kritis}}} \quad (4.14)$$

Keterangan :

C = Waktu siklus (detik)

HH = Jumlah waktu hijau hiang per siklus (detik)

$R_{Q/S}$  = Rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh ( $Q/S$ )

$R_{Q/S_{kritis}}$  = Nilai  $R_{Q/S}$  yang tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada fase yang sama

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

Waktu siklus yang diperoleh diharapkan sesuai dengan batas yang disarankan pada PKJI 2014 sebagai pertimbangan yang dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.7 Waktu Siklus yang disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
Dua – fase	40 – 80
Tiga – fase	50 – 100
Empat – fase	80 – 130

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014.

## 2) Waktu Hijau (H)

Waktu hijau merupakan waktu isyarat yang berfungsi sebagai izin berjalan bagi kendaraan pada lengan simpang yang ditinjau. Waktu hijau dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut ini :

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S_{kritis}}}{\sum R_{Q/S_{kritis}}} \quad (4.15)$$

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 serta adanya kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan

3) Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \Sigma H + H_H \quad (4.16)$$

#### 4.5.4 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas jalan adalah jumlah lalu lintas kendaraan maksimum yang dapat ditampung pada ruas jalan selama kondisi tertentu (desain geometrik, lingkungan, dan komposisi lalu lintas) yang dapat ditentukan dalam satuan kendaraan ringan (skr/jam). Kapasitas untuk masing – masing pendekat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$C = S \times \frac{H}{c} \quad (4.17)$$

Keterangan :

S = Arus jenuh (skr/jam)

H = Total waktu hijau dalam satu siklus (detik)

C = Waktu siklus (detik)

#### 4.5.5 Derajat Kejenuhan (Dj)

Derajat kejenuhan (Dj) menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekat tersebut terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$Dj = \frac{Q}{c} \quad (4.18)$$

Keterangan :

Q = Semua arus lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas simpang (skr/jam)

#### 4.5.6 Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas pada simpang dipengaruhi oleh panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan.

a. Panjang antrian

Panjang antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat.

Jumlah rata – rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat lampu hijau

( $N_Q$ ) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $N_{Q1}$ ) ditambah jumlah kendaraan (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah ( $N_{Q2}$ ), dihitung dengan rumus berikut ini :

Jika  $D_j > 0,5$  maka

$$N_{Q1} = 0,25 \times C \times (D_j - 1)^2 + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \quad (4.19)$$

Jika  $D_j \leq 0,5$  maka  $N_{Q1} = 0$

$$N_{Q2} = C \times \frac{(1-R_H)}{(1-R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \quad (4.20)$$

Keterangan :

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

$D_j$  = Derajat kejenuhan

$R_H$  = Rasio hijau

$C$  = Kapasitas (skr/jam)

$C$  = Waktu siklus (detik)

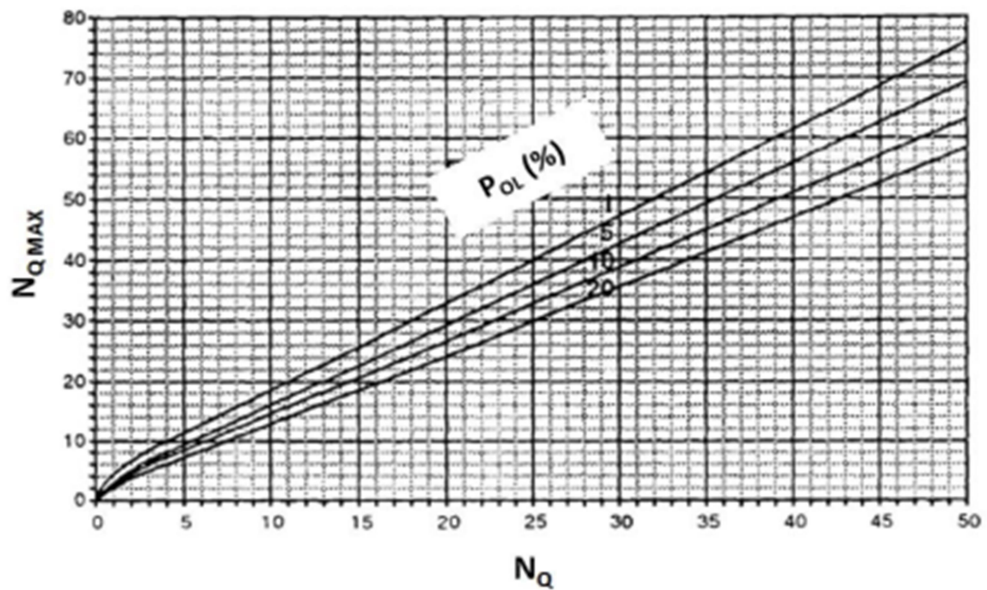
$Q$  = Arus lalu lintas (skr/jam)

Untuk menghitung jumlah antrian total ( $N_Q$ ) dihitung dengan menjumlahkan kedua hasil dari  $N_{Q1}$  dan  $N_{Q2}$ .

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \quad (4.21)$$

Lakukan koreksi untuk mengevaluasi pembebanan yang lebih dari  $N_Q$ . Apabila diinginkan peluang untuk terjadi pembebanan sebesar  $P_{OL}(\%)$ , maka ditetapkan nilai  $N_{QMAX}$  dengan Gambar 3.13 untuk desain dan perencanaan disarankan  $P_{OL} \leq 5\%$ . Untuk analisis operasional, nilai  $P_{OL} = 5\% - 10\%$  masih dapat diterima.





Gambar 4.13 Panjang Antrian Maksimum

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

Selanjutnya dalam menghitung panjang antrian (PA) yang didapat dari perkalian  $N_Q$  (skr) dengan luas area rata – rata yang digunakan oleh suatu kendaraan ringan (ekr) yaitu 20 m<sup>2</sup> , dibagi dengan lebar masuk (m) sesuai persamaan berikut ini :

$$PA = N_Q \times \frac{20}{L_M} \quad (4.22)$$

Kita juga dapat menghitung berapa kendaraan yang berhenti dengan melihat seberapa panjang antriannya dengan cara :

$$\text{Jumlah kendaraan henti} = \frac{\text{Panjang Antrian}}{\text{Panjang kendaraan ringan rata-rata}} \quad (4.23)$$

b. Rasio Kendaraan Terhenti ( $R_{KH}$ )

Rasio kendaraan terhenti adalah rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut, rasio kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \quad (4.24)$$



Keterangan :

$N_Q$  = Jumlah rata – rata antrian kendaraan (skr) pada awal isyarat hijau

$c$  = Waktu siklus (detik)

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

Jumlah rata – rata kendaraan terhenti ( $N_H$ ) adalah jumlah berhenti rata – rata perkendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, untuk nilai  $N_H$  dapat diperoleh dengan rumus berikut ini :

$$N_H = Q \times R_{KH} \quad (4.25)$$

c. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa simpang. Tundaan pada suatu simpang terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu tundaan lalu lintas ( $T_L$ ) dan tundaan geometrik ( $T_G$ ). Tundaan rata – rata untuk suatu pendekat I dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$T_i = T_L + T_{Gi} \quad (4.26)$$

Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan lalu lintas rata – rata pada suatu pendekat i dapat ditentukan melalui persamaan berikut ini :

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H^2)}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c} \quad (4.27)$$

Tundaan geometrik disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpang atau yang terhenti oleh lampu merah. tundaan geometrik rata – rata pada suatu pendekat i dapat diperkirakan melalui persamaan berikut ini :

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (4.28)$$

Keterangan :

$P_B$  = Porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat nilai normal

$T_G$  = Untuk kendaraan belok tidak berhenti adalah 6 detik, dan untuk yang berhenti adalah 4 detik

#### 4.5.7 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan (*level of service*, LOS) adalah suatu ukuran kualitatif yang menjelaskan kondisi – kondisi operasional didalam suatu aliran lalu – lintas. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan.

Indikator Tingkat Pelayanan (ITP) pada suatu ruas jalan menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantitatif seperti kecepatan perjalanan dan faktor lain yang ditentukan berdasarkan nilai kualitatif seperti kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas, serta kenyamanan.

- a. Indeks Tingkat Pelayanan A : Kondisi arus lalu lintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.
- b. Indeks Tingkat Pelayanan B : Kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.
- c. Indeks Tingkat Pelayanan C : Kondisi arus lalu lintas masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.
- d. Indeks Tingkat Pelayanan D : Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul, dan kebebasan bergerak relative kecil.
- e. Indeks Tingkat Pelayanan E : Kondisi lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira – kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.
- f. Indeks Tingkat Pelayanan F : Pada tingkat pelayanan ini arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang.

Kriteria tingkat pelayanan pada simpang dapat ditentukan dengan nilai tundaan yang ada. Nilai tundaan yang digunakan merupakan nilai pada saat mendekati persimpangan.

Tabel 4.8 Kriteria tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal

NO	Tingkat Pelayanan	Tundaan Terhenti (det/kend)
1	A	$\leq 5$
2	B	5 – 15
3	C	15 – 25
4	D	25 – 40
5	E	40 – 60
6	F	$>60$

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 96, 2015

#### 4.6 Perangkat Lunak PTV Vissim

Aplikasi PTV *Vissim* ini dapat memberikan tampilan yang menarik dan tampak nyata seperti kondisi di lapangan. Menurut penelitian oleh Ibnu Ariemasto (2015), hasil yang diberikan oleh *software* ini lebih relevan dengan kondisi di lapangan. Hal tersebut tentunya perlu diperhatikan untuk kemajuan manajemen lalu lintas di Indonesia.

##### 4.6.1 Tahap Permodelan *Vissim*

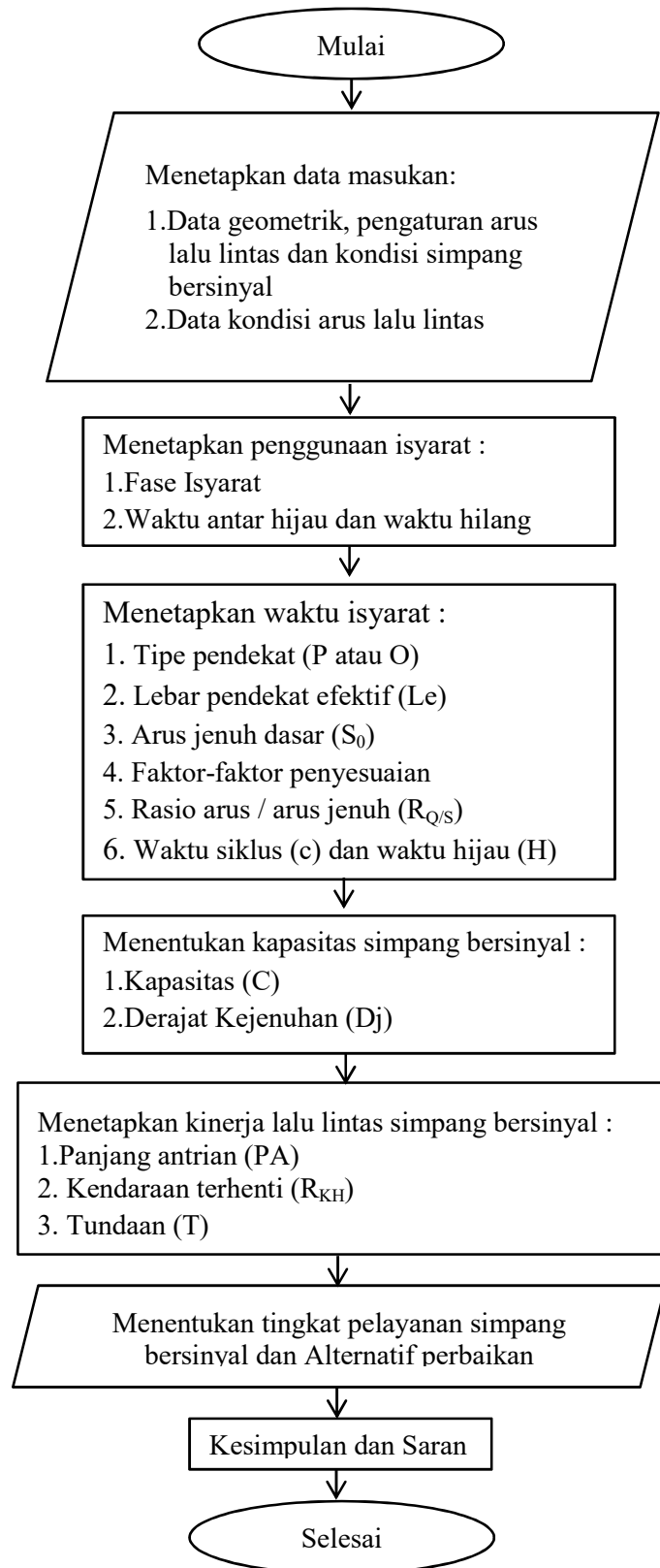
Tahap – tahap dalam membuat permodelan dengan menggunakan aplikasi PTV *Vissim* diantaranya sebagai berikut :

1. Memasukkan *background* berupa gambar peta lokasi dimana penelitian dilakukan, agar dapat membentuk tipe geometrik dan kondisi lingkungan yang sesuai dengan kondisi lapangan. Peta lokasi bisa langsung di cari melalui fitur *search location* secara online pada aplikasi atau bisa juga dengan melakukan *import background* dengan memasukkan peta hasil *screenshot* dari Google Maps.
2. Membuat jaringan jalan berupa *link* dan *connector* yang sesuai dengan tipe lokasi penelitian

3. Membuat rute atau arah perjalanan menggunakan *Vehicle Rutes* untuk membuat jalur perjalanan sesuai dengan arah lalu lintas yang ada.
4. Menentukan jenis kendaraan yaitu dengan memasukkan jenis kendaraan hasil pengamatan di lapangan seperti sepeda motor, kendaraan ringan, kendaraan berat hingga kendaraan tak bermotor.
5. Melakukan input volume kendaraan hasil dari pengamatan lapangan.
6. Melakukan kontrol kecepatan kendaraan agar sesuai dengan kondisi aktual yang ada
7. Melakukan *signal control* atau pengaturan fase *traffic light* sesuai dengan data eksisting pada kondisi aktual.
8. Mengatur perilaku pengendara sesuai dengan perkiraan perilaku dalam berkendara di Indonesia
9. Untuk mengetahui hasil analisa, dapat melakukan perintah *simulation* dan memilih jenis tipe hasil evaluasi yang diinginkan.

Dalam hal ini analisa kinerja simpang empat, hasil yang dapat diberikan dari permodelan ini berupa tundaan lalu lintas simpang, tundaan lalu lintas ruas jalan, dan juga panjang antrian.

#### 4.7 Prosedur Perhitungan



Gambar 4.14 Prosedur Perhitungan

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014 )

