

## **BAB III KAJIAN PUSTAKA**

### **3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas**

UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 1 menyatakan bahwa manajemen rekayasa lalu lintas merupakan suatu bentuk usaha yang dilakukan dalam serangkaian kegiatan perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan yang bertujuan untuk mewujudkan, mendukung, dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran dalam berlalu lintas. Hal ini juga diatur didalam Peraturan pemerintah Nomor 32 tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak, serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas.

Menurut Risdiyanto (2014), manajemen rekayasa lalu lintas merupakan kegiatan pengorganisasian, perencanaan, pemberi arah, dan pemantauan pergerakan lalu lintas. UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 93 ayat 1 tujuan pelaksanaan manajemen dan rekayasa lalu lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan suatu jaringan jalan dan pergerakan lalu lintas yang dimaksudkan untuk menjamin keadaan lalu lintas yang aman, selamat, tertib, dan lancar. Hal ini sejalan dengan UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 3 terkait tujuan diselenggarakannya Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, antara lain :

1. Menciptakan pelayanan lalu lintas dan angkutan jalan yang menciptakan rasa aman, memberi keselamatan, ketertiban, kelancaran dan terselenggaranya perpaduan moda angkutan umum untuk menciptakan pertumbuhan perekonomian, memajukan kesejahteraan, menciptakan persatuan dan kesatuan bangsa;
2. Mewujudkan etika dalam berlalu lintas; serta
3. Mewujudkan penegakan hukum yang adil.

Sementara itu, tujuan dilakukan manajemen rekayasa lalu lintas, yaitu :

1. Menciptakan tingkat aksesibilitas yang tinggi yang seimbang dengan permintaan dan sarana transportasi yang tersedia sehingga diperoleh tingkat efisiensi;
2. Meningkatkan tingkat keselamatan para pengguna jalan; dan
3. Memperbaiki kondisi lingkungan tersebut.

Menurut Dinas Pekerjaan Umum (2012), Didalam melakukan strategi manajemen dan rekayasa lalu lintas terdapat tiga srategi yang dapat dilakukan, yaitu :

1. Manajemen Kapasitas

Manajemen kapasitas berkaitan dengan pengelolaan lalu lintas untuk meningkatkan kapasitas prasarana jalan

Teknik yang dilakukan antara lain :

- a. Perbaiki persimpangan
  - b. Manajemen ruas jalan seperti pemisahan tipe kendaraan dan pelebaran jalan
  - c. Sistem jalan satu arah
2. Manajemen Prioritas

Manajemen prioritas dilakukan dengan memberikan prioritas lalu lintas tertentu agar meningkatkan efisiensi

Teknik yang dilakukan antara lain :

- a. Prioritas bus
  - b. Akses angkutan barang
  - c. Daerah pejalan kaki
  - d. Rute sepeda
3. Manajemen permintaan

Manajemen permintaan dilakukan dengan tindakan pengelolaan lalu lintas berupa pengaturan dan pengendalian lalu lintas.

Teknik yang dilakukan antara lain :

- a. Kebijakan parkir
- b. Penutupan jalan

### **3.2 Klasifikasi Jalan**

Undang Undang Nomor 22 Tahun 2022 tentang Jalan pasal 1 menyatakan bahwa Jalan merupakan suatu prasarana transportasi yang didalamnya terdapat bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, pelengkap dan perlengkapannya yang di peruntukkan di dalam suatu lalu lintas. Sedangkan sistem jaringan jalan merupakan suatu kesatuan ruas yang saling menghubungkan satu dengan yang lainnya.

Undang Undang Nomor 22 Tahun 2022 tentang Jalan pasal 9 menjelaskan pembagian jalan berdasarkan status jalan, antara lain :

1. Jalan nasional

Jalan nasional adalah jalan arteri dan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan jalan strategis, serta jalan tol.

2. Jalan provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan kabupaten

Jalan kabupaten adalah jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan kecamatan, antar pusat kegiatan lokal.

4. Jalan kota

Jalan kota merupakan jalan umum yang bersifat sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan kota, persil, dan pemukiman.

5. Jalan desa

Jalan desa adalah jalan umum antar kawasan pemukiman.

Pasal 8 menjelaskan pembagian jalan menurut fungsinya, antara lain :

1. Jalan arteri

Jalan arteri adalah jalan dengan karakteristik pelayanan angkutan

umum jarak jauh, kecepatan tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

2. Jalan kolektor

Jalan kolektor adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan pengumpul dengan kecepatan sedang, jarak sedang, dan jumlah masuk dibatasi

3. Jalan lokal

Jalan lokal adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan umum dengan jarak dekat, kecepatan rendah.

4. Jalan lingkungan

Jalan lingkungan adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan jarak dekat dan kecepatan rendah.

Menurut PM 96 Tahun 2015 BAB II tentang perencanaan tingkat pelayanan pada ruas jalan antara lain :

1. Tingkat pelayanan A dengan kondisi kecepatan paling kurang 80 km/jam dan kepadatan rendah;
2. Tingkat pelayanan B dengan kondisi kecepatan paling kurang 70 km/jam, kepadatan rendah;
3. Tingkat pelayanan C dengan kondisi kecepatan paling kurang 60 km/jam, kepadatan sedang, pengemudi memiliki keterbatasan memilih kecepatan;
4. Tingkat pelayanan D dengan kondisi kecepatan paling kurang 50 km/jam, kepadatan lalu lintas sedang, pengemudi memiliki keterbatasan memilih kecepatan;
5. Tingkat pelayanan E dengan kondisi kecepatan paling kurang 30 km/jam, kepadatan tinggi, terjadi kemacetan; dan
6. Tingkat pelayanan F dengan kondisi kecepatan kurang 30 km/jam, kepadatan sangat tinggi, kecepatan mencapai 0.

Sedangkan tingkat pelayanan pada persimpangan, antara lain :

- a. Jalan arteri primer memiliki tingkat pelayanan maksimal B;
- b. Jalan kolektor primer memiliki tingkat pelayanan maksimal B;

- c. Jalan lokal primer memiliki tingkat pelayanan maksimal C;
- d. Jalan arteri sekunder memiliki tingkat pelayanan maksimal C;
- e. Jalan kolektor sekunder memiliki tingkat pelayanan maksimal C;
- f. Jalan lokal sekunder memiliki tingkat pelayanan maksimal D; dan
- g. Jalan lingkungan memiliki tingkat pelayanan maksimal D.

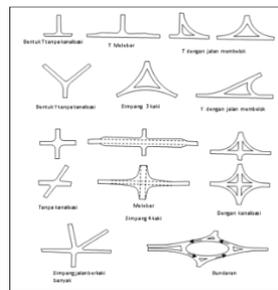
### 3.3 Persimpangan

Persimpangan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) merupakan suatu area berupa simpul transportasi bertemunya atau berpotongan dua jalan atau lebih beserta jalan dan fasilitas lalu lintas. Persimpangan menjadikan arus kendaraan dari beberapa pendekatan atau lengan simpang bertemu dan berpisah meninggalkan persimpangan. Persimpangan merupakan salah satu bagian penting dalam sistem transportasi karena mencakup sebagian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas yang bergantung pada perencanaan persimpangan.

#### 3.3.1 Jenis-jenis Persimpangan

Jenis-jenis persimpangan terdiri dari 2 bagian, meliputi :

##### 1. Persimpangan sebidang



Sumber : Manual Kapasitas Jalan (1997)

**Gambar III. 1** Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang merupakan jenis persimpangan dengan kondisi jalan atau ujung jalan masuk ke mulut simpang mengarahkan lalu lintas masuk ke jalan yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lain

Menurut Morlok (1991), macam-macam jenis persimpangan sebidang berdasarkan cara pengaturannya meliputi :

a. Simpang bersinyal (*signalized intersection*)

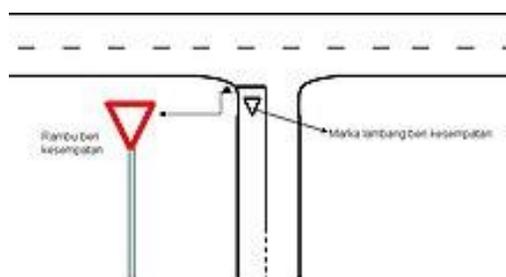
Simpang bersinyal merupakan jenis persimpangan jalan yang diatur oleh alat pengendali lalu lintas untuk melewati secara bergantian. Alasan penggunaan suatu simpang bersinyal menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997) antara lain :

- 1) Untuk menghindari kemacetan yang terjadi akibat konflik lalu lintas yang terjadi
- 2) Untuk memberi kesempatan kepada pejalan kaki/kendaraan dari simpang minor untuk melewati suatu persimpangan
- 3) Untuk mengurangi jumlah kecelakaan

b. Simpang tidak bersinyal (*unsignalized intersection*)

Simpang tidak bersinyal merupakan jenis persimpangan jalan yang tidak menggunakan sinyal dalam melewatinya. Jenis jenis simpang tidak bersinyal :

- 1) Simpang dengan rambu *yield* (*yield sign control*)



Sumber : Wikipedia, 2023

**Gambar III. 2** Simpang dengan rambu yield

Pengaturan simpang dengan rambu ini digunakan untuk melindungi arus lalu lintas dari salah satu ruas jalan yang saling berpotongan. Rambu *yield* digunakan untuk

mengatur kendaraan yang melakukan Gerakan membelok ke arah kiri pada lajur percepatan.

2) Simpang dengan rambu *stop* (*stop sign control*)

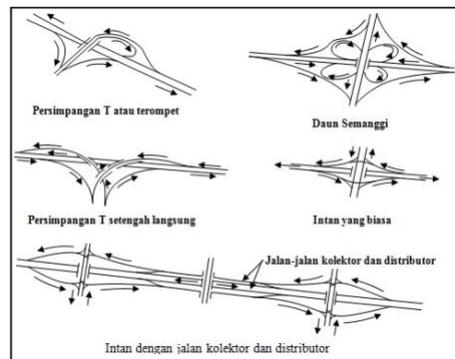


Sumber : Wikipedia, 2023

**Gambar III. 3** Simpang dengan rambu stop

Pengaturan simpang dengan *stop sign* digunakan apabila pengemudi memasuki simpang harus berhenti sebelum memasuki simpang.

2. Persimpangan tidak sebidang



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 4** Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang merupakan sebuah simpang yang memisahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sehingga persimpangan jalur dari kendaraan hanya terjadi pada tempat kendaraan berpisah dari atau bergabung menjadi satu jalur gerak yang sama.

3.4.2 Karakteristik Persimpangan

Persimpangan merupakan sumber konflik lalu lintas. Suatu simpang empat lengan jalan sebidang mampu menghasilkan 16 titik konflik. Menurut Hobbs (1995), arus lalu lintas akan bertemu pada suatu titik persimpangan sehingga akan menyebabkan terjadinya konflik antara pengendara dari arah yang berlawanan. Konflik tersebut menurut Hobbs (1995) dibedakan menjadi dua macam titik konflik, yaitu :

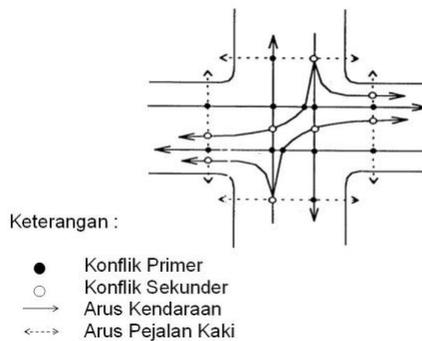
1. Konflik Primer

Konflik primer merupakan konflik antara lalu lintas dari arah memotong

2. Konflik Sekunder

Konflik sekunder merupakan konflik arus lalu lintas kanan dan arah lainnya atau arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.

### TITIK KONFLIK

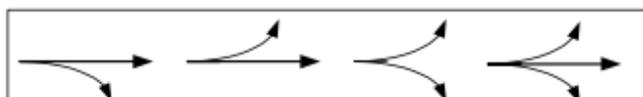


Sumber : Risdiyanto, 2014

**Gambar III. 5** Titik Konflik Persimpangan

Menurut Risdiyanto (2014) terdapat empat jenis gerakan kendaraan pada persimpangan antara lain :

1. Berpencar (*diverging*)

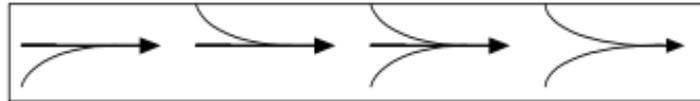


Sumber : Risdiyanto, 2014

**Gambar III. 6** Konflik Berpencar (*diverging*)

Berpencar merupakan peristiwa berpisahnya kendaraan dari satu arah yang sama menuju ke jalur yang lain. Menurut Bina Marga (1992) peristiwa ini merupakan penyebaran arus kendaraan dari satu jalur lalu lintas menuju beberapa arah arus lalu lintas.

2. Bergabung (*merging*)



Sumber : Risdiyanto, 2014

**Gambar III. 7** Konflik Bergabung (*merging*)

Bergabung merupakan peristiwa bergabungnya kendaraan dari suatu lajur ke jalur yang sama. Menurut Bina Marga (1992) merupakan suatu keadaan dimana kendaraan dari suatu lajur menyatu ke lajur lalu lintas.

3. Berpotongan (*crossing*)



Sumber : Risdiyanto, 2014

**Gambar III. 8** Konflik Berpotongan (*crossing*)

Berpotongan merupakan peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu lajur ke lajur yang lain pada persimpangan sehingga menimbulkan titik konflik pada simpang tersebut. Menurut Bina Marga (1992) berpotongan merupakan pertemuan dua buah jalur lalu lintas secara tegak lurus.

4. Bersilangan (*weaving*)



Sumber : Risdiyanto, 2014

**Gambar III. 9** Konflik Weaving

Bersilangan adalah pertemuan dua jalur lalu lintas atau lebih

yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya

Jumlah konflik pada jalan raya dipengaruhi oleh :

1. Jumlah kaki simpang;
2. Jumlah arah pergerakan kendaraan;
3. Jumlah lajur dari setiap kaki simpang; dan
4. Sistem pengendalian persimpangan

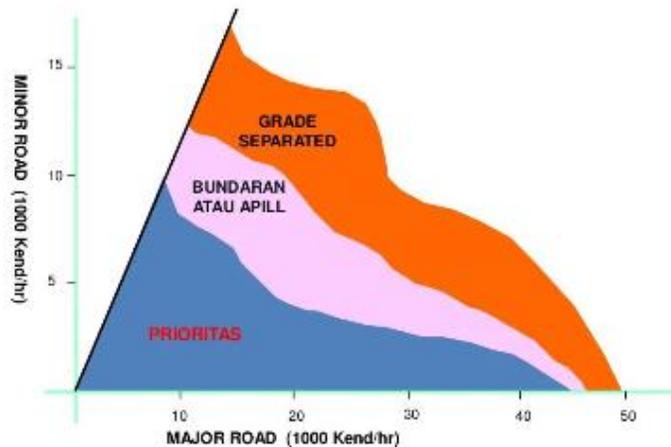
### 3.4.3 Penentuan Tipe Pengendali Persimpangan

Menurut Abubakar (1995), persimpangan harus di tempatkan rambu lalu lintas dengan kriteria sebagai berikut :

1. Arus lalu lintas minimum suatu simpang rata rata  $> 750$  kendaraan/jam dengan durasi 8 jam/hari;
2. Waktu tundaan rata rata kendaraan melebihi 30 detik;
3. Persimpangan yang digunakan 8 jam sehari  $> 175$  pejalan kaki perlengan/jam; dan
4. Tingginya tingkat kecelakaan.

Sistem pengendalian simpang menggunakan pedoman gambar untuk menentukan pengendalian simpang berdasarkan jumlah lalu lintas pada setiap kaki simpang.

Dalam buku Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib (1995) disebutkan bahwa dalam sistem pengendalian suatu sistem persimpangan digunakan grafik dalam penentuannya. Penentuan ini didasarkan pada volume lalu lintas pada masing masing kaki simpang yang tersedia. Berikut merupakan grafik penentuan pengendalian suatu persimpangan :



Sumber : Austrian Road Research Broad (ARRB)

**Gambar III. 10** Penentuan Tipe Pengendalian Simpang

Penentuan tipe pengendalian persimpangan ini dilakukan dengan perhitungan dalam persatuan waktu (jam) pada arus lalu lintas jam sibuk pagi hari, siang hari, dan sore hari.

$$LHR = Volume\ Lalu\ Lintas\ Survey\ (16\ jam) \times \frac{100}{93}$$

**Rumus III. 1** Penentuan Lalu Lintas Harian Rata-rata

### 3.4 Kinerja Lalu Lintas

#### 3.4.1 Kondisi Geometrik

Kondisi geometrik menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) digambarkan dalam bentuk sketsa dengan informasi lebar jalan, batas jalan, lebar bahu jalan, median, dan arah arus. Notasi jalan minor yang merupakan jalan yang memiliki arus lalu lintas lebih kecil dibandingkan dengan arah lainnya. diberikan notasi A dan C, sedangkan notasi jalan mayor diberikan notasi B dan D. Jalan mayor adalah jalan dengan arus lalu lintas yang tinggi, hal ini juga dapat dilihat dari kondisi geometri yang lebih lebar dibandingkan dengan jalan minor.

##### 1. Lebar rata-rata pendekat

Pendekat merupakan daerah lengan persimpangan jalan

utama kendaraan mengantri sebelum keluar persimpangan. Jumlah lajur digunakan untuk keperluan perhitungan yang ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan mayor dan minor. Cara penentuan jumlah lajur :

**Tabel III. 1** Lebar Rata-rata Pendekat

Lebar rata-rata pendekat minor dan mayor $W_{AC}$ dan $W_{BD}$ (m)	Jumlah Lajur
$W_{BD} = (b+d/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

## 2. Tipe Persimpangan

Tipe persimpangan ditentukan dari jumlah lengan dan jumlah lajur pada jalan minor dan mayor. Berikut merupakan tipe tipe persimpangan yang disajikan pada tabel dibawah ini:

**Tabel III. 2** Tipe Persimpangan

Kode Simpang	Jumlah Lengan	Jumlah Lajur jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

### 3. Tipe median pada jalan mayor

**Tabel III. 3** Tipe Median

Tipe Median	Keterangan
none	Tidak ada median untuk jalan mayor
narrow	Median pada exit mayor tapi tidak diizinkan lebih dari 2 langkah
wide	Median pada exit jalan mayor, dan diizinkan lebih dari 2 langkah

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

### 3.5 Kondisi Lalu Lintas

Tipe tipe kendaraan antara lain :

1. Kendaraan Ringan (low vehicle)  
Kendaraan bermotor beroda empat yang merupakan mobil penumpang, microbus, pick up, dan mobil penumpang umum
2. Kendaraan berat (heavy vehicle)  
Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m dan biasanya memiliki roda lebih dari empat. Meliputi bus, truk 2 as, dan truk 3 as.
3. Sepeda motor (motorcycle)  
Kendaraan bermotor beroda dua dan tiga

4. Kendaraan tidak bermotor (unmotorized)

Kendaraan non mesin yang biasanya menggunakan tenaga manusia atau hewan.

Menurut MKJI 1997, satuan mobil penumpang merupakan suatu arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan dengan menggunakan faktor emp untuk masing masing pendekatan terlindung dan terlawan.

**Tabel III. 4** Faktor emp untuk tipe pendekatan

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan	1,0	1,0
Kendaraan Berat	1,3	1,3
Sepeda Motor	0,2	0,4
Kendaraan Tidak Bermotor	0,5	1,0

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

1. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan pada sekitar persimpangan harus diperhatikan.

a. Kelas ukuran kota

Kelas ukuran kota ditentukan dengan jumlah penduduk kota yang telah terklasifikasi.

**Tabel III. 5** Ukuran kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk
Sangat Kecil	<0,1
Kecil	0,1-0,5
Sedang	0,5-1,0
Besar	1,0-3,0

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk
Sangat Besar	$\geq 3,0$

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

b. Tipe Lingkungan Jalan

Berikut merupakan kelas tipe lingkungan jalan yang menggambarkan tata guna lahan disekitar kawasan lengan simpang

- 1) Komersial : tata guna lahan berupa kawasan pertokoan, rumah makan, dan perkantoran
- 2) Pemukiman : tata guna lahan berupa tempat tinggal
- 3) Akses terbatas : tanpa jalan masuk langsung terbatas

c. Tipe hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas di kawasan tersebut. Hambatan samping ditentukan dengan pertimbangan lalu lintas sebagai berikut :

- 1) Sangat rendah : daerah pemukiman dengan jalan yang sempit
- 2) Rendah : daerah pemukiman dengan beberapa kendaraan umum
- 3) Sedang : daerah industry terdapat beberapa toko di sisi jalan
- 4) Tinggi : daerah komersial dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi
- 5) Sangat tinggi : daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

2. Kapasitas

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kapasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dilewati pada suatu bagian jalan yang dinyatakan dalam kendaraan/jam dan smp/jam.

Kapasitas simpang didapatkan dari perkalian antara kapasitas dasar (Co) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-

faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan rumus:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

**Rumus III. 2** Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Keterangan :

- C : Kapasitas
- C<sub>o</sub> : Nilai Kapasitas Dasar
- F<sub>w</sub> : Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat
- F<sub>m</sub> : Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama
- F<sub>cs</sub> : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
- F<sub>rsu</sub> : Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor
- F<sub>lt</sub> : Faktor Penyesuaian Belok Kiri
- F<sub>rt</sub> : Faktor Penyesuaian Belok Kanan
- F<sub>mi</sub> : Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

a. Perhitungan kapasitas dasar (C<sub>o</sub>)

**Tabel III. 6** Kapasitas Dasar Persimpangan

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

b. Faktor Koreksi Lebar Pendekat (F<sub>w</sub>)

Faktor Koreksi Lebar Pendekat ini dihitung berdasarkan lebar pendekat persimpangan.

**Tabel III. 7** Faktor Koreksi Lebar Pendekat

Tipe Persimpangan	$F_w$
422	$0,70 + 0,0866 W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,0740 W_1$
322	$0,73 + 0,0760 W_1$
324 atau 344	$0,62 + 0,0646 W_1$
342	$0,67 + 0,0698 W_1$

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

c. Faktor Koreksi Median Jalan Utama ( $F_m$ )

**Tabel III. 8** Faktor Koreksi Median Jalan Utama

Uraian	Tipe M	$F_m$
Tidak ada median	Tidak Ada	1
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama lebar >3m	Lebar	1,2

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

d. Faktor Koreksi Ukuran Kota ( $F_{cs}$ )

Jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi perilaku pengguna jalan.

**Tabel III. 9** Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)	$F_{cs}$
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)	F <sub>CS</sub>
Sangat Besar	≥ 3,0	1,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

- e. Faktor Koreksi tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F<sub>rsu</sub>)

**Tabel III. 10** Faktor Koreksi tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan Samping	Rasio Kendaraan tak bermotor					
		0	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,2
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,7
	Rendah	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
	Sedang						
	Rendah						

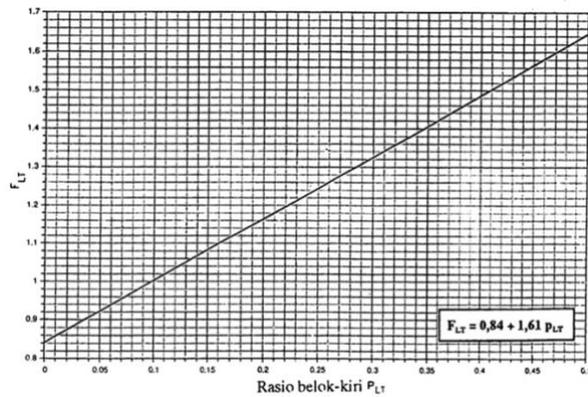
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

- f. Faktor Koreksi Belok Kiri (F<sub>lt</sub>)

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_{lt} = 0,84 + 1,61 P_{lt}$$

**Rumus III. 3** Faktor Koreksi Belok Kiri



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 11** Grafik Rasio Belok kiri

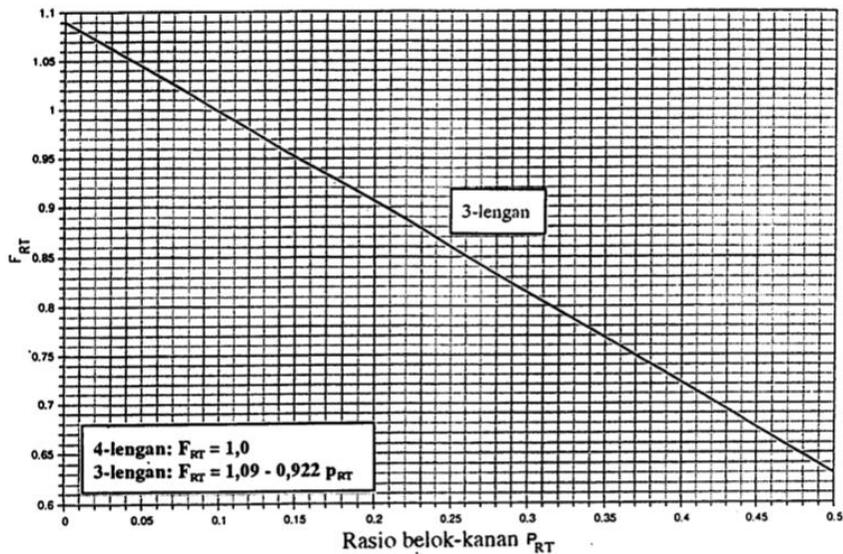
g. Faktor Koreksi Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT} \text{ (3 lengan)}$$

$$F_{RT} = 1,00 \text{ (4 lengan)}$$

**Rumus III. 4** Faktor Koreksi Belok Kanan



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 12** Grafik Rasio Belok Kanan

h. Faktor Koreksi Rasio arus jalan minor ( $F_{mi}$ )

**Tabel III. 11** Faktor Koreksi Rasio arus jalan minor

IT	Fmi	Pmi
422	$1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,66 \times P_{mi}^4 - 33,3 \times P_{mi}^3 + 25,3 \times P_{mi}^2 - 8,6 P_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times P_{mi}^2 - 1,11 \times P_{mi} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times P_{mi}^2 + 0,595 \times P_{mi}^3 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38 \times P_{mi}^2 - 2,38 \times P_{mi} + 1,49$	0,5-0,9
324	$1,66 \times P_{mi}^4 - 33,3 \times P_{mi}^3 + 25,3 \times P_{mi}^2 - 8,6 P_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times P_{mi}^2 - 1,11 \times P_{mi}^3 + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times P_{mi}^2 + 0,555 \times P_{mi} + 0,69$	0,5-0,9

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

### 3. Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), "derajat kejenuhan adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat". Derajat kejenuhan simpang tak bersinyal dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Derajat Kejenuhan} = \frac{Q}{C}$$

#### **Rumus III. 5** Derajat Kejenuhan

Dimana :

Q : Arus total (smp/jam)

C : Kapasitas (smp/jam)

### 4. Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang digunakan untuk melewati suatu simpang.

Rumus Tundaan sebagai berikut :

$$D = DG + DT_1$$

**Rumus III. 6** Rumus Tundaan

Dimana:

DG = Tundaan Geometrik Simpang

DT<sub>1</sub> = Tundaan Lalu Lintas simpang

a. Tundaan Geometri Simpang (DG)

Tundaan geometri rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk ke mulut simpang.

1) Untuk  $DS < 1,0$

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3 + DS \times 4$$

**Rumus III. 7** Tundaan Geometri  $DS < 1,0$

2) Untuk  $DS \geq 1,0$

$$DG = 4$$

Keterangan :

DG : Tundaan Geomtrik simpang (detik/smp)

DS : Derajat Kejenuhan

P<sub>T</sub> : Rasio Belok total

b. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT<sub>1</sub>)

Tundaan lalu lintas simpang (DT<sub>1</sub>) merupakan tundaan geometri rata rata seluruh kendaraan yang memasuki lengan simpang.

1) Untuk  $DS < 0,6$

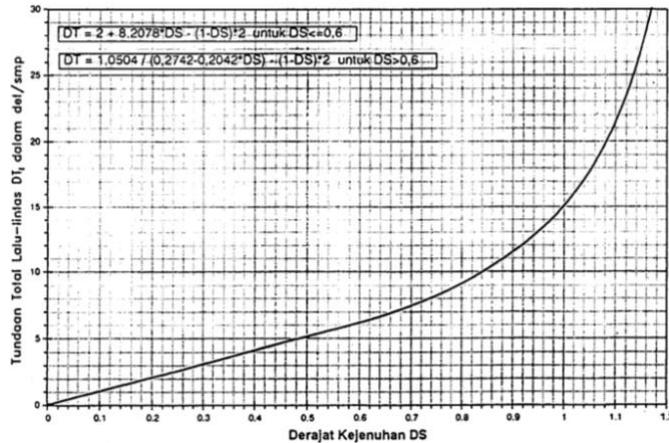
$$D T_1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1- DS) \times 2$$

**Rumus III. 8** Tundaan Lalu Lintas  $DS < 0,6$

2) Untuk  $DS \geq 0,6$

$$DT_1 = 1,0505 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS)^2$$

**Rumus III. 9** Tundaan Lalu Lintas DS > 0,6



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 13** Grafik Tundaan Lalu Lintas Simpang

c. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT<sub>MA</sub>)

Tundaan lalu lintas dari jalan utama (DT<sub>MA</sub>) merupakan tundaan lalu lintas rata rata kendaraan yang masuk persimpangan pada jalan utama. Untuk simpang tidak bersinyal dapat dihitung dengan rumus:

1) Untuk DS < 0,6

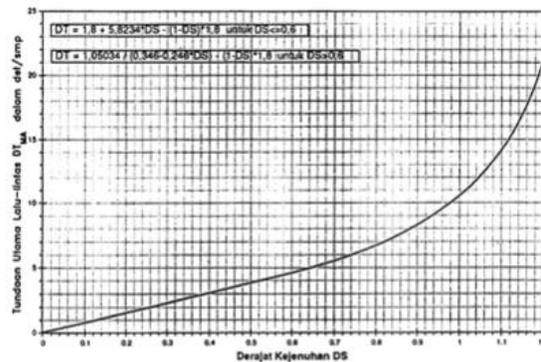
$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 * DS - (1-DS)^{1,8}$$

**Rumus III. 10** Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama DS<0,6

2) Untuk DS ≥ 0,6

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 * DS) - (1-DS)^{1,8}$$

**Rumus III. 11** Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama DS>0,6



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 14** Grafik Tundaan Jalan Utama

d. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

Tundaan ini didasarkan pada tundaan simpang rata rata dan tundaan jalan utama rata-rata. Tundaan lalu lintas jalan minor (DT<sub>MI</sub>) untuk simpang tidakbersinyal dapat dihitung dengan rumus:

$$DT_{MI} = \frac{(Q_{tot} \times DT_1 \times Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}}$$

**Rumus III. 12** Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

Keterangan :

DT<sub>MI</sub> = Tundaan lalu lintas jalan minor

Q<sub>TOT</sub> = Jumlah arus total pada simpang

DT<sub>1</sub> = Tundaan lalu lintas simpang

Q<sub>MA</sub> = Arus jalan utama

DT<sub>MA</sub> = Tundaan lalu lintas jalan utama

Q<sub>MI</sub> = Arus jalan minor

5. Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/ derajat kejenuhan

Untuk batas bawah :

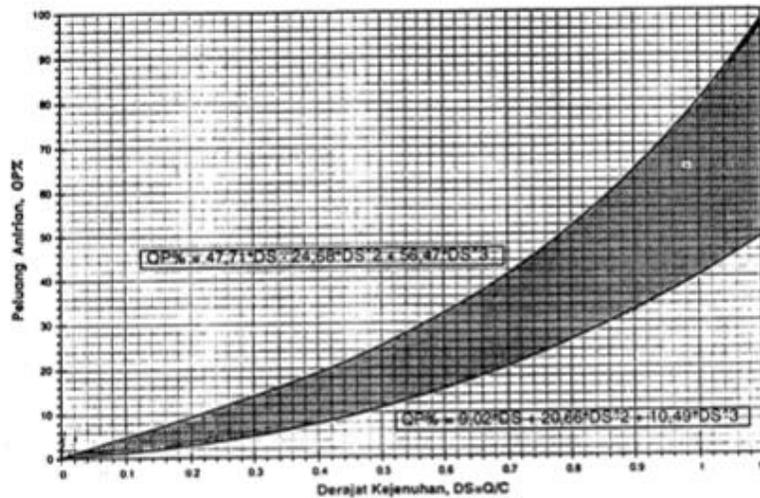
$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

**Rumus III. 13** Antrian untuk Batas Bawah

Untuk batas atas :

$$QP\% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

**Rumus III. 14** Antrian untuk Batas Atas



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 15** Grafik Antrian

### 3.6 Perencanaan Simpang Bersinyal

Perhitungan Geometri dalam penentuan simpang bersinyal dilakukan secara terpisah dalam masing masing lengan simpang.

#### a. Lebar Pendekat dan Tipe Pendekat

##### a) Lebar pendekat (W)

Lebar pendekat merupakan lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur bagian tersempit di sebelah hulu (m).

$$W_a = W_{\text{masuk}} + W_{\text{L TOR}}$$

#### **Rumus III. 15** Lebar Pendekat

dimana :

$W_a$  = lebar pendekat (m)

$W_{\text{masuk}}$  = lebar masuk (m)

$W_{\text{L TOR}}$  = lebar belok kiri langsung (m)

##### b) Tipe pendekat

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997) terdapat dua tipe pendekat yaitu tipe pendekat terlawan dan

terlindung. Pada tipe pendekat terlindung P arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan. Gerakan bisa berasal dari jalan satu dan dua arah. Pada jalan dua arah gerakan belok kanan terbatas. Tipe pendekat terlawan O arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan. Gerakan hanya terjadi pada jalan dua arah dan gerakan belok kanan tidak terbatas.

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
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		
		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.		
		Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Tabel III. 12** Tipe Pendekat Persimpangan

b. Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas didapatkan dari kondisi arus lalu lintas pada jam sibuk pagi, siang, dan sore. Arus lalu lintas untuk setiap gerakan diubah dari kend/jam menjadi smp/jam.

**Tabel III. 13** Nilai emp Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Tipe pendekat terlindung	Tipe pendekat terlawan
Kendaraan ringan	1,0	1,0
Kendaraan berat	1,3	1,3
Sepeda motor	0,2	0,4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

c. Arus Jenuh (S)

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian dalam suatu pendekat. Rumus arus jenuh sebagai berikut :

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sp} \times F_g \times F_p \times F_{lt} \times F_{rt}$$

**Rumus III. 16** Arus Jenuh

Keterangan :

S : Arus Jenuh

S<sub>o</sub> : Arus jenuh dasar

F<sub>cs</sub> : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F<sub>sp</sub> : Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan kendaraan tak bermotor

F<sub>g</sub> : Faktor Penyesuaian Kelandaian

F<sub>p</sub> : Faktor Penyesuaian Parkir

F<sub>rt</sub> : Faktor Penyesuaian Belok Kanan

F<sub>lt</sub> : Faktor Penyesuaian Belok Kiri

1) Arus Jenuh Dasar (S<sub>o</sub>)

Arus jenuh dasar didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat dalam kondisi ideal. Untuk tipe arus terlindung dihitung dengan persamaan :

$$S_o = 600 \times W_e$$

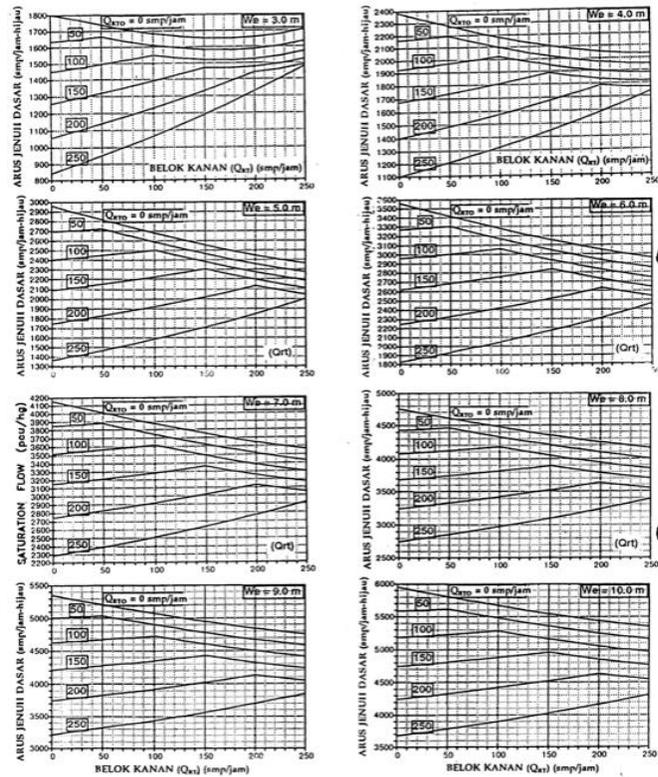
**Rumus III. 17** Arus Jenuh Dasar

Dengan :

S<sub>o</sub> : arus jenuh dasar (smp/jam)

W<sub>e</sub>: lebar efektif (m)

Sedangkan untuk tipe arus terlawan dengan lajur tanpa belok kanan terpisah perhitungan sebagai berikut



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 16** Grafik Penentuan  $S_o$  untuk Pendekat Terlawan

2) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{cs}$ )

**Tabel III. 14** Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk kota (juta jiwa)	Nilai $F_{cs}$
>3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

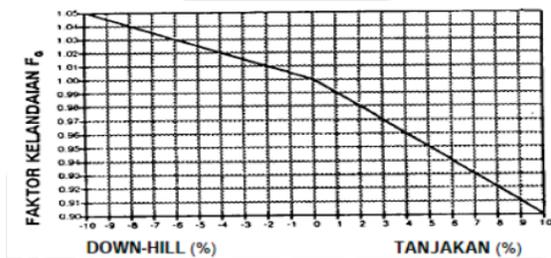
3) Faktor Koreksi Gangguan Sampung (Fsf)

**Tabel III. 15** Faktor Gangguan Sampung (Fsf)

Lingkungan Jalan	Hambatan Sampung	Tipe Pendekat	Rasio Kendaraan Bermotor					
			0	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,25
Komersial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,81
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Kecil	Terlawan	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,9	0,89	0,87	0,83
Pemukiman	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	0,9	0,87	0,85
	Kecil	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,88	0,8	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,94	0,88	0,86
Akses Terbatas		Terlawan	1	0,95	0,9	0,85	0,9	0,75
		Terlindung	1	0,98	0,98	0,93	0,9	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

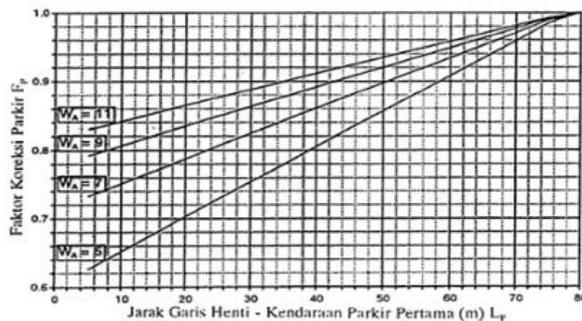
4) Faktor Kelandaian



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 17** Faktor Kelandaian

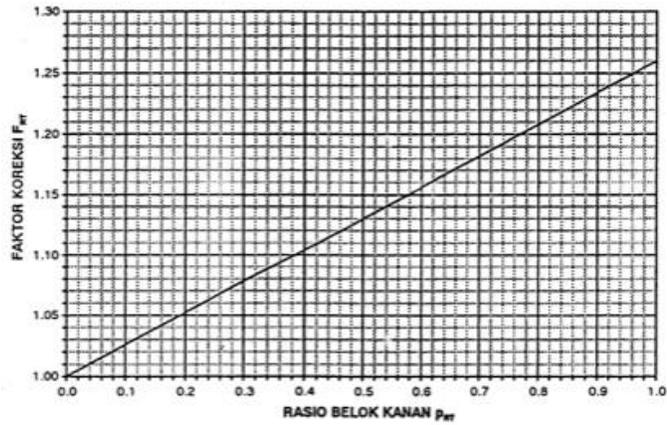
5) Faktor Koreksi Parkir



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 18** Faktor Koreksi Parkir

6) Faktor Koreksi Belok Kanan (Frt)



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 19** Faktor Koreksi Belok Kanan

Dalam penentuan Frt, terlebih dahulu menentukan rasio belok kanan (Prt). Rumus ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$Frt = 1,0 + ( Prt \times 0,26)$$

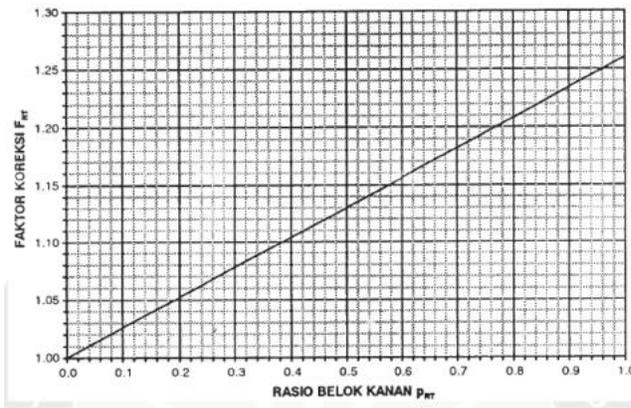
**Rumus III. 18** Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Keterangan :

Frt = faktor penyesuaian belok kanan

Prt = persentase belok kanan

7) Faktor Koreksi Belok Kiri (Flt)



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

**Gambar III. 20** Faktor Koreksi Belok Kiri

Dalam penentuan  $F_{lt}$ , terlebih dahulu menentukan rasio belok kanan ( $P_{rt}$ ). Rumus ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{lt} = 1,0 - (P_{rt} \times 0,16)$$

**Rumus III. 19** Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Keterangan :

$F_{lt}$  = faktor penyesuaian belok kiri

$P_{rt}$  = persentase belok kiri

8) Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dan arus jenuh.

$$FR = \frac{Q}{S}$$

**Rumus III. 20** Rasio Arus Jenuh

Dimana :

FR : Rasio arus jenuh

Q : Arus Lalu lintas

S : Arus Jenuh

9) Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang merupakan jumlah dari rasio arus kritis pada semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus

Rasio arus simpang merupakan jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.

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

**Rumus III. 21** Rasio Arus Simpang

10) Rasio Arus Fase

Rasio arus fase merupakan perbandingan rasio arus kritis dengan rasio arus simpang.

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

**Rumus III. 22** Rasio Arus Fase

d. Penentuan Fase Sinyal dan Waktu Hijau

1) Penentuan waktu antar hijau dan waktu hilang

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan (MKJI, 1997), waktu merah semua (all red) digunakan untuk pengosongan simpang pada akhir fase. Titik konflik kritis pada masing masing fase merupakan titik yang menghasilkan waktu merah pada semua legan. Rumus penentuan waktu merah semua menggunakan persamaan :

$$\text{Merah semua : } \left[ \frac{LEV+IEV}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right]_{MAX}$$

**Rumus III. 23** Penentuan All Red

Dimana :

Lev , Lav : Jarak dari garis henti ke titik konflik masing masing kendaraan

Iev : Panjang kendaraan yang berangkat sebesar 5 m untuk kendaraan LV atau HV, 2 m untuk MC atau UM

Vav : Kecepatan kendaraan yang datak, 10m/detik

Vev : Kecepatan kendaraan yang berangkat sebesar 10 m/detik untuk kendaraan bermotor, 3m/detik untuk kendaraan tak bermotor, 1,2m/detik untuk pejalan kaki

Waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$LTI = \Sigma (\text{merah semua} + \text{kuning}) i$$

**Rumus III. 24 Waktu Hilang**

2) Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan untuk pengendalian waktu tetap, dengan rumus sebagai berikut :

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

**Rumus III. 25 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian**

Dimana :

Cua : waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI : waktu hilang total perkota (detik)

IFR : rasio arus simpang  $\Sigma$  (FRcrit)

3) Waktu Hijau

Waktu hijau merupakan waktu nyala hijau dalam suatu pendekatan. Waktu hijau masing masing fase dapat dihtung dengan persamaan sebagai berikut :

$$g = (Cua - LTI) \times PRi$$

**Rumus III. 26 Waktu Hijau**

Dimana :

Cua : waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI : waktu hilang total perkota (detik)

PRi : rasio fase FRcrit /  $\Sigma$  (FRcrit)

4) Waktu Siklus Penyesuaian

Waktu siklus yang disesuaikan berdasar waktu hijau yang diperoleh dan dibulatkan ditambah dengan waktu hilang. Rumus ini diperoleh sebagai berikut :

$$c = \Sigma g + LTI$$

**Rumus III. 27** Waktu Siklus Penyesuaian

Dimana :

G : Total tampilan waktu hijau (detik)

LTI : waktu hilang total perkota (detik)

C : waktu siklus yang disesuaikan (Detik)

### 3.7 TINGKAT PELAYANAN

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015, disebutkan bahwa tingkat pelayanan pada simpang digunakan untuk memperhitungkan faktor tundaan dan kapasitas simpang

**Tabel III. 16** Tingkat Pelayanan berdasar Tundaan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)
A	< 5
B	5-15
C	15-25
D	25-40
E	40-60
F	>60

*Sumber: PM Perhubungan No 96 Tahun 2015*