

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

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

Manajemen rekayasa lalu lintas adalah suatu upaya untuk menampung pergerakan orang sebanyak mungkin dengan cara memanfaatkan sistem jaringan jalan serta prasarana jalan yang ada sebaik mungkin.

Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 3, diterangkan bahwa Lalu Lintas dan Angkutan Jalan diselenggarakan dengan tujuan sebagai berikut :

- a. Terwujudnya pelayanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman, selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain untuk mendorong perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan umum, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu menjunjung tinggi martabat bangsa;
- b. Terwujudnya etika berlalu lintas dan budaya bangsa; dan
- c. Terwujudnya penegakan hukum dan kepastian hukum bagi masyarakat.

Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 25, disebutkan bahwa Setiap Jalan yang digunakan untuk kegiatan lalu lintas wajib dilengkapi dengan perlengkapan Jalan berupa :

- a. Rambu Lalu Lintas;
- b. Marka Jalan;
- c. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas;
- d. Alat Penerangan Jalan;
- e. Alat Pengendali dan Pengaman Pengguna Jalan;
- f. Alat Pengawasan dan Pengamanan Jalan;
- g. Fasilitas untuk Sepeda, Pejalan Kaki, dan penyandang cacat; dan
- h. Fasilitas Pendukung kegiatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang berada di Jalan dan di luar badan Jalan.

Berdasarkan UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 93, dijelaskan bahwa Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas (MRLL) dilakukan dengan :

- a. Penetapan prioritas angkutan massal melalui penyediaan lajur atau jalur atau jalan khusus;
- b. Pemberian prioritas keselamatan dan kenyamanan Pejalan Kaki;
- c. Pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
- d. Pemisahan atau pemilahan pergerakan arus Lalu Lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
- e. Pemaduan berbagai moda angkutan;
- f. Pengendalian Lalu Lintas pada persimpangan;
- g. Pengendalian Lalu Lintas pada ruas Jalan; dan/atau
- h. Perlindungan terhadap lingkungan.

Berdasarkan UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 112 Ayat (3), diterangkan bahwa pada persimpangan jalan yang dilengkapi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Pengemudi Kendaraan dilarang langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu Lalu Lintas atau Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.

UU No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 116 Ayat (2), Selain sesuai dengan Rambu Lalu Lintas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) Pengemudi harus memperlambat kendaraannya jika :

- a. Akan melewati Kendaraan Bermotor Umum yang sedang menurunkan dan menaikkan Penumpang;
- b. Akan melewati Kendaraan Tidak Bermotor yang ditarik oleh hewan, hewan yang ditunggangi, atau hewan yang digiring;
- c. Cuaca hujan dan/atau genangan air;
- d. Memasuki pusat kegiatan masyarakat yang belum dinyatakan dengan Rambu Lalu Lintas;

- e. Mendekati persimpangan atau perlintasan sebidang kereta api; dan/atau
- f. Melihat dan mengetahui ada Pejalan Kaki yang akan menyeberang

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan, terdapat aturan yang membahas tentang lalu lintas, angkutan jalan dan perlengkapan jalan untuk mendorong kelancaran lalu lintas.

PM No. 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, dijelaskan bahwa Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) merupakan perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan.

PM No. 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas Pasal 17, Pengaturan waktu siklus Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 dilakukan dengan mempertimbangkan aspek :

- a. Makroskopis, yang meliputi :
  - 1. Volume lalu lintas yang menuju kaki simpang;
  - 2. Volume lalu lintas yang meninggalkan kaki simpang;
  - 3. Kapasitas pendekat masing-masing kaki simpang bagi lalu lintas yang mendekati kaki simpang dan yang menjauhi kaki simpang;
  - 4. Komposisi lalu lintas kendaraan dan Pejalan Kaki;
  - 5. Variasi lalu lintas periodik dan insidental;
  - 6. Distribusi arah pergerakan lalu lintas;
  - 7. Tundaaan dan antrian;
  - 8. Kecepatan; dan
  - 9. Pengaturan arus lalu lintas.
- b. Mikroskopis, yang meliputi :
  - 1. Tundaaan lalu lintas;
  - 2. Konflik lalu lintas; dan
  - 3. Percepatan lalu lintas.

PM No. 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan, disebutkan bahwa marka jalan merupakan salah satu perlengkapan jalan yang berupa suatu tanda di permukaan jalan atau di atas dari permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang,

garis serong, serta berupa lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Beberapa jenis marka jalan berupa tanda sebagai berikut :

- a. Marka Membujur ditempatkan sejajar dengan sumbu jalan
- b. Marka Melintang ditempatkan tegak lurus terhadap sumbu jalan
- c. Marka Serong ditempatkan untuk menyatakan suatu daerah yang bukan merupakan jalur lalu lintas.
- d. Marka Lambang merupakan marka berupa gambar yang ditempatkan dengan maksud mengulang atau mempertegas maksud rambu lalu lintas.
- e. Marka Kotak Kuning berupa marka berbentuk segiempat berwarna kuning yang ditempatkan pada wilayah yang berfungsi melarang kendaraan untuk berhenti.

PM No. 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan Pasal 53, dijelaskan bahwa penyelenggaraan marka jalan meliputi kegiatan berupa :

- a. Penempatan;
- b. Pemeliharaan; dan
- c. Penghapusan.

PM No. 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas, disebutkan bahwa rambu merupakan salah satu bagian perlengkapan jalan yang dapat berupa lambang, huruf, angka, kalimat dan/atau perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah, dan petunjuk bagi pengguna jalan.

PM No. 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas Pasal 3, disebutkan bahwa rambu lalu lintas dibagi berdasarkan jenisnya terdiri dari :

- a. Rambu Peringatan

Rambu Peringatan merupakan rambu yang digunakan untuk memberi peringatan akan adanya atau kemungkinan dan potensi bahaya di jalan yang membutuhkan suatu kewaspadaan dari pengguna jalan. Rambu peringatan ditempatkan pada sebelum tempat atau bagian jalan yang berbahaya dengan jarak sesuai dengan tabel berikut :

**Tabel III. 1** Jarak Penempatan Rambu Peringatan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Minimum
> 100	180 m
80 - 100	100 m
60 - 80	80 m
< 60	50 m

*Sumber : Peraturan Menteri No 13 Tahun 2014*

b. Rambu Larangan

Rambu Larangan digunakan untuk menyatakan suatu tindakan atau kegiatan yang dilarang dilakukan oleh pengguna jalan. Rambu larangan diletakkan pada bagian jalan dimulainya larangan dan pada bagian akhirnya rambu larangan yang ditempatkan secara berulang (>15 m) serta dapat dilengkapi dengan papan tambahan. Penempatan rambu larangan diletakkan pada bagian jalan dimulainya larangan dan pada bagian akhirnya rambu larangan yang ditempatkan secara berulang (>15 m) serta dapat dilengkapi dengan papan tambahan.

c. Rambu Perintah

Rambu Perintah digunakan guna menyatakan maksud suatu perintah yang wajib untuk dilakukan oleh pengguna jalan. Rambu perintah ditempatkan sedekat mungkin pada awal bagian jalan dimulainya perintah.

d. Rambu Petunjuk

Rambu Petunjuk dimaksudkan guna menyatakan atau memandu pengguna jalan dalam kegiatan pergerakan untuk memberikan informasi kepada pengguna jalan. Rambu petunjuk ditempatkan pada sisi jalan, pemisah jalan atau di atas daerah manfaat jalan sebelum tempat, daerah atau lokasi yang ditunjuk.

PM No. 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas Pasal 31, dijelaskan bahwa penyelenggaraan rambu lalu lintas meliputi kegiatan diantaranya :

a. Penempatan dan Pemasangan;

- b. Pemeliharaan; dan
- c. Penghapusan

PM No. 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas Pasal 33, diterangkan bahwa penempatan dan pemasangan rambu lalu lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 harus memperhatikan :

- a. desain geometrik jalan;
- b. karakteristik lalu lintas;
- c. kelengkapan bagian konstruksi jalan;
- d. kondisi struktur tanah;
- e. perlengkapan jalan yang sudah terpasang;
- f. konstruksi yang tidak berkaitan dengan Pengguna Jalan; dan
- g. fungsi dan arti perlengkapan jalan lainnya.

### **3.2 Persimpangan**

Menurut Edward K. Morlok (1991), persimpangan adalah suatu bentuk pertemuan jalan, dimana setiap mulut simpang memiliki pergerakan lalu lintas, karakteristik, geometrik jalan, dan konflik-konflik tertentu yang terjadi pada suatu persimpangan tersebut. Selain itu persimpangan juga merupakan tempat yang berpotensi akan terjadi kecelakaan, karena di dalamnya terdapat beberapa konflik antara kendaraan dan kendaraan atau kendaraan dengan pejalan kaki akibat pergerakan yang ada dalam suatu simpang.

#### **3.2.1 Kinerja Simpang**

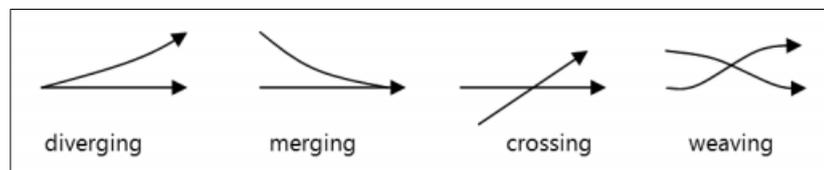
Meningkatkan kinerja pada persimpangan dapat dilihat dari segi keselamatan, keamanan, dan efisiensi dengan melakukan pelaksanaan dalam pengendalian persimpangan. Unsur terpenting dalam melaksanakan evaluasi kinerja simpang adalah alat pemberi isyarat lalu lintas (*traffic light*), kapasitas, dan tingkat pelayanan. Agar kinerja simpang dapat berjalan dengan baik, maka kapasitas dan tingkat pelayanan simpang perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi kinerja simpang dengan penggunaan lampu lalu lintas.

Peningkatan kinerja merupakan proses meningkatkan atau mengoptimalkan sesuatu. Dalam penelitian ini, parameter peningkatan kinerja yang digunakan adalah nilai derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.

### 3.2.2 Jenis Pengendalian Simpang

Pada pengendalian persimpangan secara umum sasaran yang harus dicapai antara lain :

1. Mengurangi serta menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan yang disebabkan oleh adanya titik konflik karena 4 jenis dasar gerakan kendaraan seperti :



**Gambar III. 1** Jenis Dasar Gerak Kendaraan

2. Menjaga agar kapasitas pada persimpangan dapat optimal sesuai dengan rencana.
3. Harus memberikan petunjuk yang jelas, pasti, dan sederhana guna mengarahkan arus lalu lintas yang menggunakan persimpangan.

Menurut Risdiyanto (2014) adapun jenis simpang dibedakan menjadi :

1. Simpang Tak Bersinyal (*unsignalised intersection*)

Pada persimpangan tak bersinyal ini banyak atau sering digunakan pada volume lalu lintas yang rendah. Pada simpang jenis ini hak utama pada simpang diperoleh berdasarkan aturan General Priority Rule, di mana kendaraan yang lebih dulu berada pada simpang mempunyai hak jalan lebih dahulu, daripada kendaraan yang akan memasuki simpang tersebut.

2. Simpang Bersinyal (*signalized intersection*)

Pada simpang dengan menggunakan sinyal, arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian yang diatur dengan menggunakan lampu lalu lintas. Arus lalu lintas yang cukup tinggi,

sehingga penerapan pengaturan simpang tak bersinyal sudah tidak memadai lagi. Lampu lalu lintas mempunyai fungsi utama sebagai pengatur hak jalan bagi pergerakan lalu lintas termasuk pejalan kaki.

### 3. Bundaran Lalu Lintas (*roundabout*)

Bundaran merupakan alternatif lain pengganti lampu lalu lintas. Metode persimpangan dengan bundaran yakni mengendalikan persimpangan dengan cara membatasi alih pergerakan kendaraan sehingga dapat memperlambat kecepatan kendaraan.

### 4. Simpang Susun (*interchange*)

Persilangan seringkali disebut dengan *bottle neck* (bagian yang mempunyai kapasitas terkecil) dimana kapasitas suatu jaringan jalan sering ditentukan oleh kapasitas persilangannya. Oleh karena itu, pada arus lalu lintas yang sangat tinggi, persilangan dibuat tidak sebidang (simpang susun) guna meningkatkan kapasitas dari pada simpangnya.

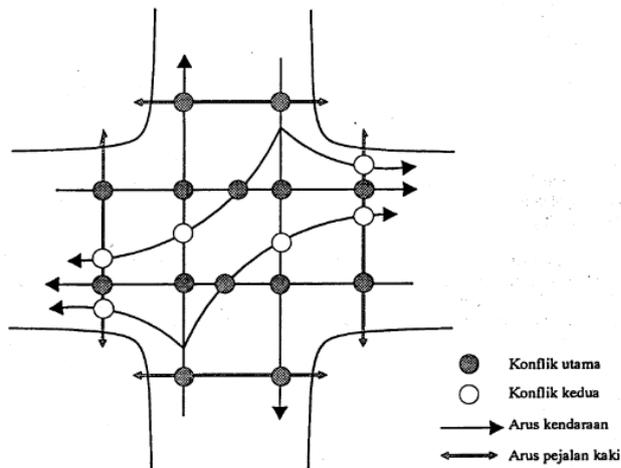
## 3.3 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan yang dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau. Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lalu lintas atau alat pemberi isyarat lalu lintas pada persimpangan antara lain :

1. Menghindari kemacetan pada simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
2. Memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, karakteristik simpang bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut :

1. Memisahkan lintasan dari gerakan kendaraan yang saling berpotongan pada kondisi dan waktu yang sama. Hal ini adalah keperluan mutlak bagi gerakan lalu lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan (konflik utama).
2. Memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan dan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang jalan (konflik kedua).



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 2** Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal

### 3.3.1 Waktu Siklus Fase

#### 3.3.1.1 Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian nyala lampu secara lengkap dari indikasi suatu sinyal. Panjang siklus pada rampu lalu lintas yang beroperasi tergantung pada kondisi lalu lintas. Beberapa macam waktu siklus sebagai berikut :

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$cua = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

**Rumus III. 1** Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Keterangan:

cua = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus tersebut

## 2. Waktu Siklus yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan, berdasar waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan.

$$c = \Sigma g + LTI$$

**Rumus III. 2** Waktu Siklus yang Disesuaikan

Berikut merupakan waktu siklus yang disarankan :

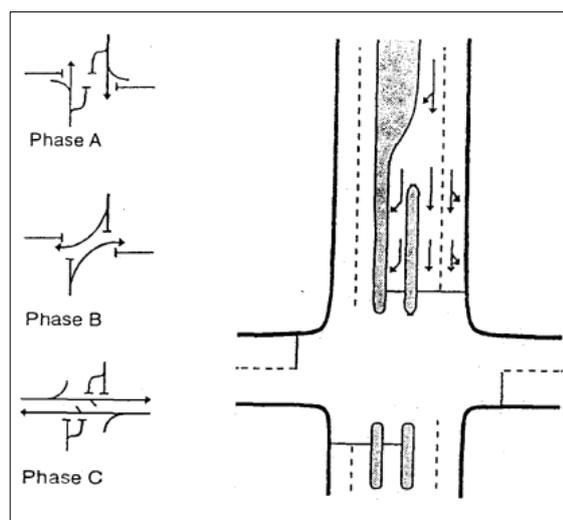
**Tabel III. 2** Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak
Pengaturan dua-fase	40 - 80
Pengaturan tiga-fase	50 - 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

### 3.3.1.2 Fase

Fase merupakan bagian dari siklus-sinyal dengan lampu-hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas. Fase adalah suatu kondisi dari APILL dalam satu waktu siklus yang memberikan hak jalan pada satu atau lebih gerakan lalu lintas tertentu.



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 3** Contoh Penggunaan Fase Sinyal

### 1. Waktu Hijau

Waktu hijau merupakan fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (det). Sedangkan, waktu hijau maksimum adalah waktu hijau yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det.) dan waktu hijau minimum adalah waktu hijau yang diperlukan. Berikut merupakan rumus dari waktu hijau :

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

**Rumus III. 3** Waktu Hijau

Keterangan :

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase  $i$  (detik)

$c_{ua}$  = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

$PR_i$  = Rasio fase  $FR_{crit} / \sum(FR_{crit})$

### 2. Waktu Antar Hijau (*Intergreen*)

*Intergreen* merupakan periode waktu antara berakhirnya sinyal hijau pada satu fase sampai dengan awal hijau fase berikutnya secara berurutan.

$$IG = \text{periode kuning} + \text{merah}$$

**Rumus III. 4** Waktu Antar Hijau

Berikut merupakan nilai normal waktu antar hijau sebagai berikut :

**Tabel III. 3** Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simping	Lebar Jalan Rata-Rata	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6 - 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 - 14 m	5 detik/fase
Besar	$\geq 15$ m	$\geq 6$ detik/fase

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

### 3. Waktu Hilang (*Lost Time*)

*Lost Time* adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Perhitungan waktu hilang dapat juga diperoleh dari

beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

$$LTI = \Sigma (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING}) = \Sigma IG$$

**Rumus III. 5** Waktu Hilang

### 3.3.2 Teori Perhitungan Simpang Bersinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas merupakan jumlah unsur pada ruang lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekatan per satuan waktu (kend/jam; smp/jam). Arus lalu lintas terjadi karena adanya kebutuhan mobilitas masyarakat dan adanya interaksi antara pengemudi, kendaraan, dan prasarana transportasi, serta lingkungan. Untuk perhitungan arus lalu lintas digunakan satuan smp/jam yang dibagi dalam dua tipe yaitu arus terlindung (*protected traffic flow*) dan arus berlawanan arah (*opposed traffic flow*), yang mana tergantung fase sinyal dan gerakan belok kanan. Nilai ekuivalensi ini diterangkan dalam tabel di bawah ini :

**Tabel III. 4** Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Emp	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

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

Sedangkan untuk tipe pendekatan kategori terlindung dan terlawan dapat dilihat dari pola-pola gambar berikut ini :

**Tabel III. 5** Penentuan Tipe Pendekat

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.		
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.		

Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri (PLT), dan rasio belok kanan (PRT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$PLT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

**Rumus III. 6** Rasio Kendaraan Belok Kiri

$$PRT = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

**Rumus III. 7** Rasio Kendaraan Belok Kanan

### 3.3.3 Kapasitas Simpang

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (smp/jam).

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Rumus III. 8 Kapasitas

#### 3.3.3.1 Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam). Dalam menghitung arus jenuh menggunakan rumus :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

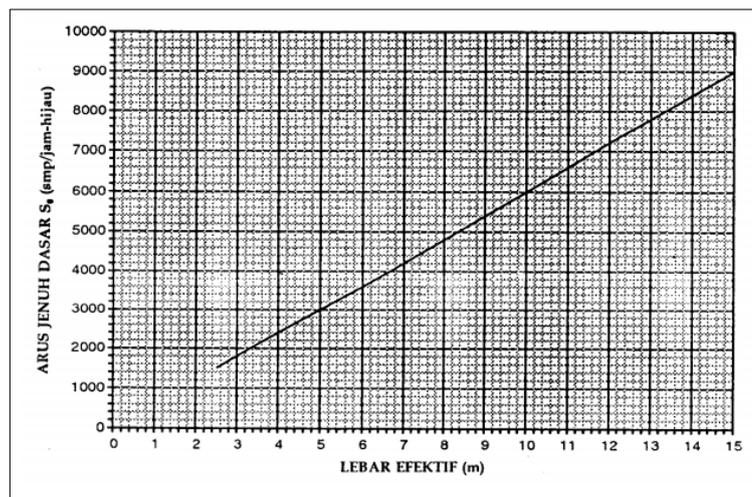
Rumus III. 9 Arus Jenuh

#### 3.3.3.2 Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe terlindung dapat diperoleh dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

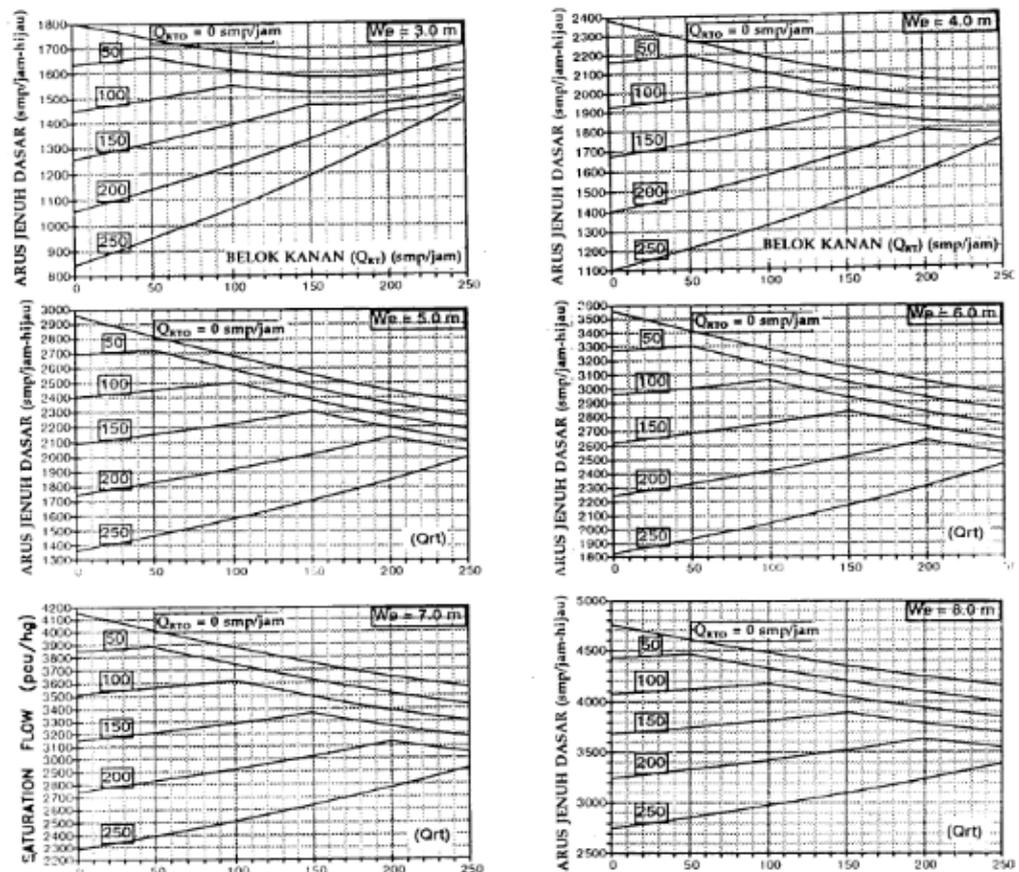
$$S_0 = 600 \times W_e$$

Rumus III. 10 Arus Jenuh Dasar



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Gambar III. 4 Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlindung)



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

**Gambar III. 5** Grafik Arus Jenuh Dasar (Pendekat Terlawan)

### 3.3.3.3 Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian merupakan faktor koreksi atau pengali untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai yang sebenarnya dari suatu variabel.

#### 1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{cs}$ )

Faktor penyesuaian kota merupakan ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan.

**Tabel III. 6** Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{cs}$ )

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	$F_{cs}$
> 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 (MKJI) 1997

## 2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{sf}$ )

Faktor hambatan samping adalah kegiatan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekatan. Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

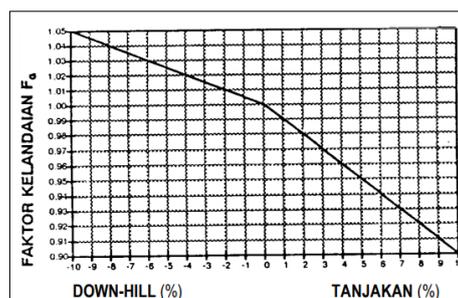
**Tabel III. 7** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	O	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		P	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	O	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,71
		P	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	O	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		P	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	O	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		P	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	O	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		P	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	O	0,98	0,93	0,88	0,83	0,8	0,74
		P	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang/ Rendah	O	1,00	0,95	0,9	0,85	0,80	0,75
		P	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

## 3. Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )

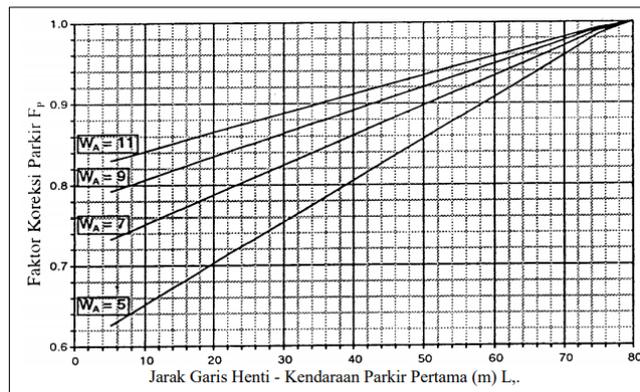
Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan sebagai fungsi dari kelandaian/gradient jalan.



**Gambar III. 6** Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )

#### 4. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir ditentukan sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat. Faktor ini dapat juga diterapkan untuk kasus-kasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. Ini tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.



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

**Gambar III. 7** Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

**Rumus III. 11** Faktor Penyesuaian Parkir

Keterangan:

$L_p$  = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek)

$W_A$  = Lebar pendekat (m)

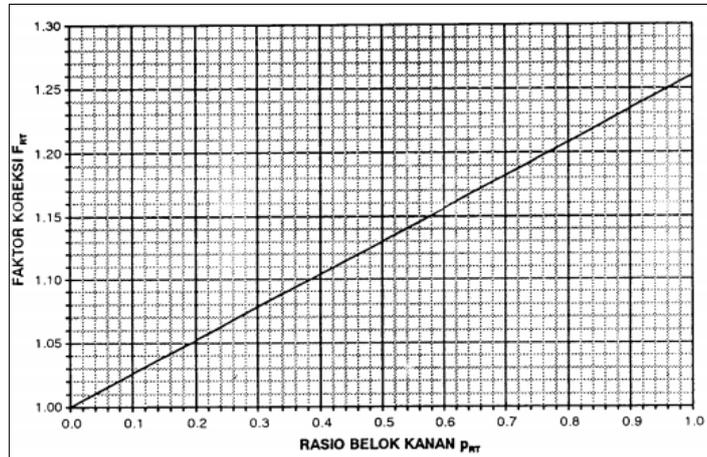
$G$  = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).

#### 5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan. Nilai faktor penyesuaian belok kanan (FRT) yang memenuhi syarat dimana berlaku untuk tipe pendekat terlindung, dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk makadapat diperoleh berdasarkan perhitungan dengan rumus atau dengan menggunakan grafik sebagai berikut :

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

**Rumus III. 12** Faktor Penyesuaian Belok Kanan



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

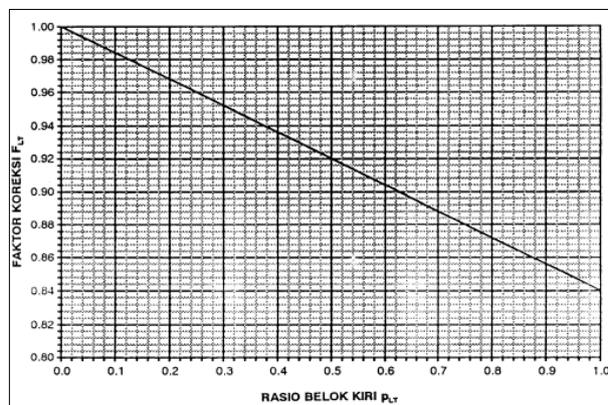
**Gambar III. 8** Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

#### 6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri PLT penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe terlindung, tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

**Rumus III. 13** Faktor Penyesuaian Belok Kiri



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997)

**Gambar III. 9** Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

### 3.3.3.4 Rasio Arus

#### 1. Rasio Arus (FR)

Rasio arus merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dan arus jenuh dari suatu pendekatan.

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

**Rumus III. 14** Rasio Arus

#### 2. Rasio Arus Simpang

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

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

**Rumus III. 15** Rasio Arus Simpang

#### 3. Rasio Arus Fase

Rasio Fase Rasio fase adalah rasio yang kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

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

**Rumus III. 16** Rasio Arus Fase

Keterangan :

IFR = Jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus

FRcrit = Rasio arus yang kritis

### 3.3.3.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio atau perbandingan dari volume (nilai arus) lalu lintas terhadap kapasitasnya. Derajat kejenuhan juga merupakan salah satu indikator ada tidaknya masalah, dimana dengan menggunakan asumsi bahwa jika besar atau nilai arus lalu lintas kendaraan semakin dekat dengan kapasitasnya maka kemudahan pergerakan lalu lintas akan semakin terbatas. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = Q / C$$

**Rumus III. 17** Derajat Kejenuhan

Berikut merupakan tabel indikator tingkat pelayanan berdasarkan besar nilai derajat kejenuhan :

**Tabel III. 8** Tingkat Pelayanan berdasarkan Derajat Kejenuhan (DS)

Tingkat Pelayanan	Keterangan	DS
A	Kondisi arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi. Kepadatan lalu lintas sangat rendah. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa tundaan.	0,00 - 0,20
B	Kondisi arus stabil dengan volume lalu lintas sedang. Kepadatan lalu lintas rendah dan hambatan belum mempengaruhi kecepatan. Pengemudi dapat memilih kecepatan dan lajur yang digunakan.	0,21 - 0,44
C	Kondisi arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan dikendalikan oleh volume lalu lintas. Kepadatan lalu lintas sedang karena meningkatnya hambatan. Pengemudi memiliki keterbatasan memilih kecepatan.	0,45 - 0,74
D	Kondisi arus yang mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi. Kepadatan lalu lintas sedang. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan.	0,75 - 0,84
E		0,85 - 1,00

Tingkat Pelayanan	Keterangan	DS
	Kondisi arus lebih rendah dari tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati atau berada pada nilai kapasitasnya. Kepadatan lalu lintas tinggi dan sering terhenti durasi pendek.	
F	Kondisi arus yang tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang. Kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.	> 1,00

Sumber : KM Perhubungan No. 14 Tahun 2006

### 3.3.3.6 Perilaku Lalu Lintas

#### 1. Panjang Antrian

Panjang antrian (*queue length*) merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat.

##### a. Jumlah yang Tersisa dari Fase Hijau Sebelumnya (NQ1)

Untuk  $DS = 0,5$  maka nilai NQ1 adalah 0 dan jika nilai  $DS > 0,5$  maka nilai NQ1 dapat diperoleh dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}]$$

**Rumus III. 18** Jumlah yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

##### b. Jumlah yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)

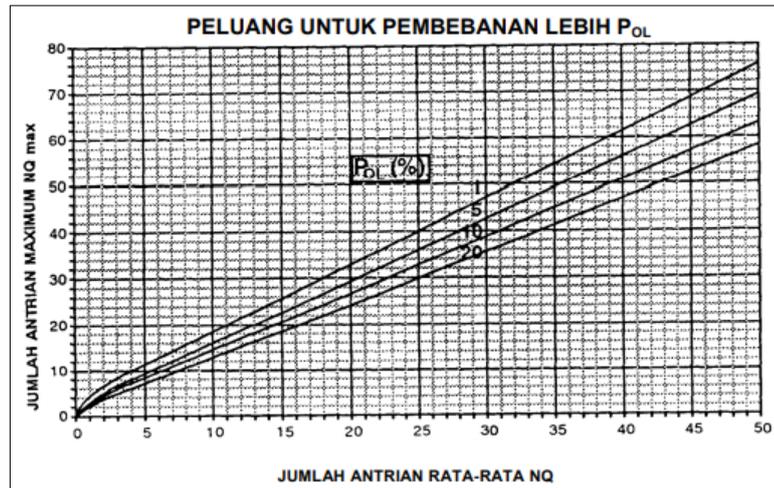
$$NQ2 = c \times \frac{(1-GR)}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

**Rumus III. 19** Jumlah yang Datang Selama Fase Merah

Qmasuk = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

**Rumus III. 20** Total NQ



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

**Gambar III. 10** Grafik Jumlah Antrian (NQMAX)

Untuk menentukan NQMAX dapat menggunakan grafik di atas ini, dengan menghubungkan nilai NQ dan probabilitas overloading (POL). Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai  $POL < 5\%$ , sedangkan untuk operasional disarankan  $POL$  5-10%.

$$QL = \frac{NQMAX \times 20}{W \text{ Masuk}}$$

**Rumus III. 21** Panjang Antrian

## 2. Kendaraan Terhenti

Angka kendaraan terhenti (NS) merupakan jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

**Rumus III. 22** Rasio Kendaraan Terhenti

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

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

**Rumus III. 23** Jumlah Kendaraan Terhenti

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

$$NSTOT = \frac{\sum NSV}{QTOT}$$

**Rumus III. 24** Angka Henti

### 3. Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui sebuah persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpangan. Tundaan terbagi menjadi dua yakni :

#### a. Tundaan Lalu Lintas (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) merupakan waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

**Rumus III. 25** Tundaan Lalu Lintas

#### b. Tundaan Geometri (DG)

Tundaan Geometri disebabkan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena lampu merah.

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

**Rumus III. 26** Tundaan Geometrik

Sehingga tundaan rata-rata untuk seluruh simpang adalah :

$$D = DT + DG$$

**Rumus III. 27** Total Tundaan

$$DTOT = \frac{\sum(Q \times D)}{QTOT}$$

**Rumus III. 28** Tundaan Rata-Rata

### 3.3.4 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan indikator atau ukuran kualitas atau suatu kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan akan semakin menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang adalah sebagai berikut :

**Tabel III. 9** Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal berdasarkan Tundaan

Tundaan per Kendaraan (detik/kendaraan)	Tingkat Pelayanan
< 5,0	A
5,1 - 15,0	B
15,1 - 25,0	C
25,1 - 40,0	D
40,1 - 60,0	E
> 60,1	F

Sumber : PM Nomor 96 Tahun 2015

### 3.4 Pejalan Kaki

Untuk kriteria penyediaan trotoar menurut banyaknya pejalan kaki dapat diperoleh dengan sebagai berikut. Perhitungan Rekomendasi Jalur Pejalan Kaki :

$$W = (P/35) + N$$

**Rumus III. 29** Lebar Jalur Pejalan Kaki

Keterangan:

P = Volume pejalan kaki rencana (orang/menit/meter)

W = Lebar jalur pejalan kaki (meter)

N = Lebar tambahan sesuai dengan keadaan setempat (meter)

**Tabel III. 10** Nilai N

N (meter)	Keadaan
1,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki tinggi*

N (meter)	Keadaan
1,0	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki sedang**
0,5	Jalan di daerah dengan bangkitan pejalan kaki rendah***

Keterangan:

\* arus pejalan kaki > 33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah pasar atau terminal

\*\* arus pejalan kaki 16-33 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah perbelanjaan bukan pasar

\*\*\* arus pejalan kaki < 16 orang/menit/meter, atau dapat berupa daerah lainnya

Pejalan kaki menyeberang membutuhkan fasilitas penyeberangan guna kemudahan dalam pergantian jalur yang berbeda dengan rumus:

Perhitungan Kriteria Penyeberangan :

$$P \times V^2$$

**Rumus III. 30** Pejalan Kaki Menyeberang ( $PV^2$ )

Keterangan:

P = Jumlah pejalan kaki yang menyeberang (orang/jam)

V = Volume lalu lintas (kendaraan/jam)

**Tabel III. 11** Rekomendasi Pemilihan Jenis Penyeberangan

$PV^2$	P	V	Rekomendasi
$> 10^8$	50 - 1100	300 – 500	Zebra Cross
$> 2 \times 10^8$	50 – 1100	400 – 750	ZC dengan pelindung
$> 10^8$	50 – 1100	$> 500$	Pelikan (P)
$> 10^8$	$> 1100$	$> 500$	Pelikan (P)
$> 2 \times 10^8$	50 – 1100	$> 700$	Pelikan dengan pelindung
$> 2 \times 10^8$	$> 1100$	$> 400$	Pelikan dengan pelindung

Sumber : Manajemen Lalu Lintas Perkotaan, Ahmad Munawar