

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Untuk memperbaiki manajemen dan rekayasa lalu lintas pada jaringan jalan perlu memperbaiki penggunaan infrastruktur yang ada untuk menawarkan kenyamanan lalu lintas yang efisien saat menggunakan ruang jalan dan mempercepat sistem pergerakan untuk mengendalikan lalu lintas (Tamin 2008).

Menurut Peraturan Pemerintah 32 Tahun 2011 Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas merupakan rangkaian kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, peraturan dan pemeliharaan prasarana jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara kemanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas.

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, pada pasal 25 menyebutkan bahwa setiap jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum harus dilengkapi dengan fasilitas jalan seperti rambu lalu lintas, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, perlengkapan penerangan jalan, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan, fasilitas sepeda, pejalan kaki, dan penyandang cacat dan penunjang kegiatan lalu lintas dan Angkutan Jalan yang berada di jalan dan di luar badan jalan. Sedangkan untuk rambu lalu lintas diatur Kembali pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.

Rambu lalu lintas merupakan salah satu bagian dari prasarana jalan yang berupa lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau kombinasinya yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk kepada pengguna jalan. Selain itu, marka diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 yang menjelaskan bahwa marka jalan adalah suatu tanda yang berada di atas permukaan jalan atau di permukaan jalan yang memuat peralatan atau

tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengontrol dan mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Alat pemberi isyarat lalu lintas diatur pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014, menyebutkan bahwa alat pemberi isyarat lalu lintas adalah alat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat disertai dengan isyarat suara untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan. Alat pemberi isyarat lalu lintas terdiri dari tiga warna yaitu warna merah yang artinya berhenti, warna hijau artinya berjalan, kuning artinya bersiap berhenti atau hati-hati adapun kuning kelap kelip menginformasikan kemungkinan adanya bahaya.

3.2 Simpang

Simpang merupakan salah satu bagian dari jaringan jalan yang menghubungkan beberapa ruas jalan, simpang harus diatur sedemikian rupa agar tidak terjadi kemacetan atau konflik yang menimbulkan kecelakaan. Hal ini tercantum dalam Undang-Undang No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang dimana pengemudi tidak diperbolehkan langsung belok kiri pada persimpangan yang dilengkapi dengan Alapat Pemberi Isyarat Lalu Lintas kecuali ditentukan oleh rambu lalu lintas.

Menurut buku AASHTO (*Association of State Highways and Transportation*) persimpangan adalah salah satu komponen dari seluruh bagian sistem jalan. Saat berkendara di area perkotaan, diketahui bahwa terdapat persimpangan di sebagian besar jalan raya perkotaan. Pada persimpangan tersebut, pengemudi dapat memilih rute jalan di persimpangan tersebut. Persimpangan jalan dijelaskan sebagai area universal dimana terdapat pertemuan dua atau lebih jalan raya berpotongan. Ini juga termasuk fasilitas jalan dan fasilitas pinggir jalan bagi lalu lintas transit.

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan simpang adalah pertemuan atau

percabangan jalan baik yang sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan merupakan salah satu faktor terpenting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan di dalam perkotaan.

3.3 Kinerja Simpang

Faktor yang terpenting dalam melakukan peningkatan kinerja simpang bersinyal adalah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), Tingkat pelayanan Simpang dan Kapasitas simpang. Kriteria bagi persimpangan yang sudah harus menggunakan APILL (Direktur Jendral Perhubungan Darat, 1996) adalah:

1. Arus lalu lintas minimal yang menggunakan simpang rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam dalam sehari;
2. Apabila waktu tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik;
3. Atau pada persimpangan digunakan oleh lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam dalam sehari;
4. Atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan;
5. Atau merupakan kombinasi dari sebab-sebab yang disebutkan di atas.

Kapasitas dan tingkat pelayanan simpang harus diperhatikan agar menunjang kinerja simpang yang baik. Peningkatan kinerja adalah proses mengoptimalkan sesuatu. Parameter peningkatan kinerja simpang yaitu nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang

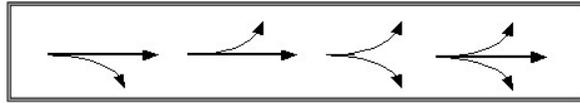
3.3.1 Pengendalian Simpang

Tujuan pengendalian simpang antara lain:

1. Meminimalkan dan mencegah terjadinya kecelakaan akibat adanya titik konflik yang disebabkan oleh empat jenis titik konflik utama lalu lintas.

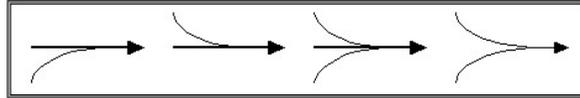
Berikut merupakan gambar titik beberapa konflik yang terjadi di persimpangan:

a. Berpencar (diverging)



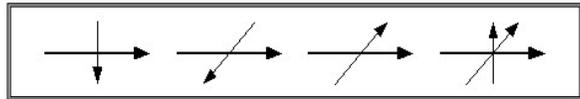
Gambar III. 1 Jenis Simpang Berpencar

b. Menggabung (merging)



Gambar III. 2 Jenis Simpang Menggabung

c. Menyilang/berpotongan (crossing)



Gambar III. 3 Jenis Simpang Berpotongan

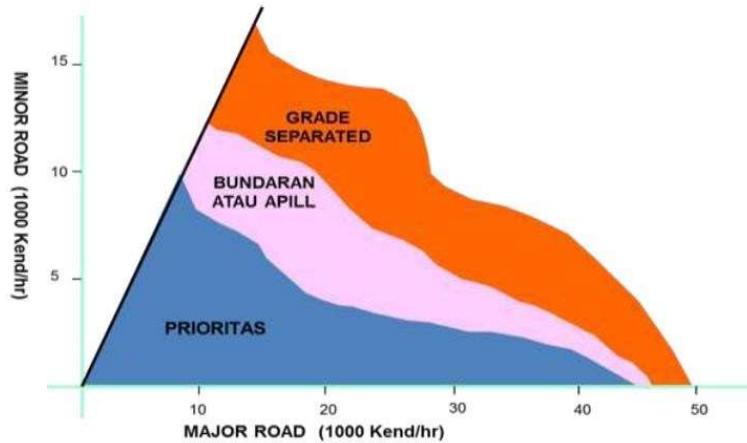
d. Menggabung lalu berpencar (weaving)



Gambar III. 4 Jenis Simpang Berpencar

2. Melakukan rencana dengan mengoptimalkan kapasitas agar sesuai dengan lalu lintas di persimpang.
3. Memberikan petunjuk yang sederhana namun pasti dan mudah dipahami sehingga petunjuk dapat mengatur arus lalu lintas pada persimpangan tersebut.

Pemilihan pengendalian simpang dapat ditentukan dengan melihat volume lalu lintas lalu dimasukkan kedalam pedoman diagram seperti gambar III. 5 berikut.



Sumber: Australia Road Research Broad (ARRB), 1960

Gambar III. 5 Diagram Pengendalian Simpang

Perhitungan dilakukan dalam satuan waktu (jam) untuk satu waktu lebih periode, misalkan pada arus lalu lintas jam sibuk pagi, siang dan sore. Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15% belok kanan dan 15% belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang)

$$LHR = VJP / K$$

Rumus III. 1 Pengendalian Simpang

Jika hanya arus lalu lintas (LHR) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHR sebagai berikut:

Tabel III. 1 Hubungan LHR dan Volume Jam Sibuk

Tipe Kota dan Jalan	Faktor persen K (K x LHR = VJP)
Kota – kota > 1 juta penduduk <ul style="list-style-type: none"> • Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri • Jalan – Jalan pada daerah pemukiman 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 – 8 % • 8 – 9 %

Kota – kota < 1 juta penduduk <ul style="list-style-type: none"> • Jalan – jalan pada daerah komersil dan jalan arteri • Jalan – jalan pada daerah pemukiman 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 – 10 % • 9 – 12 %
--	--

Sumber : *Dirjen Bina Marga 1997*

3.3.2 Jenis Pengendalian Simpang

Adapun jenis-jenis persimpangan dibagi menjadi:

1. Simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*)

Simpang tak bersinyal banyak digunakan pada volume lalu lintas rendah. Pada simpang jenis ini, hak jalan menuju simpang diatur berdasarkan aturan *General Priority Rule*, di mana kendaraan yang berada pada simpang terlebih dahulu memiliki hak jalan disbanding dengan kendaraan yang akan memasuki simpang. Di Indonesia, kendaraan yang datang dari kiri harus diprioritaskan pada persimpangan dengan tingkat jalan yang sama. Namun hal ini tidak berhasil dikarenakan ketidaktahuan aturan tersebut.

Sementara pada kondisi mayor dan minor, prioritas diberikan kepada kaki simpang yang memiliki volume lebih banyak. Sedangkan volume yang lebih rendah di pasang dengan tanda *stop* atau *yield*

2. Simpang bersinyal (*Signalised intersection*)

Di persimpang dengan penggunaan sinyal, arus kendaraan yang memasuki simpang diatur secara bergantian menggunakan lampu lalu lintas. Penggunaan lampu lalu lintas ini diterapkan dikarenakan volume lalu lintas sudah cukup tinggi sehingga penggunaan simpang tidak bersinyal sudah tidak berfungsi lagi. Lampu lalu lintas mempunyai fungsi mengatur pergerakan lalu lintas termasuk pejalan kaki. Sinyal pengatur lalu lintas yang digunakan *traffic control signal* yang terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning, dan hijau.

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas digunakan untuk:

- a. Menghindari kemacetan simpang akibat dari konflik lalu lintas yang disebabkan oleh pertemuan kendaraan dari pendekat simpang, sehingga terjamin kondisi lalu lintas pada jam sibuk.
 - b. Memberikan kesempatan kendaraan dan pejalan kaki (menyebrang) dari jalan minor memotong jalan mayor untuk meningkatkan keamanannya.
 - c. Mengurangi kecelakaan lalu lintas akibat konflik antara kendaraan dari arah yang berbeda.
3. Bundaran (*roundabout*)
- Bundaran adalah alternatif lain dari lampu lalu lintas. Bundaran lebih direkomendasikan apabila:
- a. Arus kedua lengan relatif seimbang.
 - b. Terdapat volume belok kanan yang tinggi.
 - c. Memiliki empat kaki lengan
4. Simpang susun / simpang tidak sebidang (*interchange*)
- Pada persimpangan sering kali menjadi *bottleneck* (bagian yang memiliki kapasitas terkecil), sehingga kapasitas suatu jalan ditentukan oleh kapasitas persilangannya. Maka dari itu diperlukan simpang tidak sebidang untuk meningkatkan kapasitas pada kaki lengan yang memiliki volume tinggi.

3.4 Waktu Siklus Simpang

3.4.1 Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan tahapan dimana seluruh pergerakan lalu lintas dilakukan sebagai urutan nyala lampu, atau merupakan jumlah waktu dari seluruh tahapan. Waktu siklus biasanya bergantung pada kondisi lalu lintas dan geometri persimpangan.

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 2 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Keterangan :

C_{ua} = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus tersebut

Tabel dibawah ini memberikan waktu siklus yang disarankan:

Tabel III. 2 Waktu Siklus yang Disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Yang Layak (det)
Pengaturan dua fase	40-80
Pengaturan tiga fase	50-100
Pengaturan empat fase	80-130

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

2. Waktu Hijau

Hitung waktu hijau masing-masing fase

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 3 Waktu Hijau

Keterangan :

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

3. Waktu Siklus yang di sesuaikan

Perhitung waktu siklus yang disesuaikan (c) dari jumlah waktu hijau yang diperoleh lalu di tambah dengan waktu hilang dari siklus.

$$C = \Sigma g + LTI$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 4 Waktu Siklus yang di sesuaikan

Keterangan :

c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

3.4.2 Fase Siklus Simpang

1. Waktu Antar Hijau (*Intergreen*)

Intergreen adalah periode waktu antara akhir sinyal hijau dari satu fase sampai awal hijau fase berikutnya secara berurutan. Waktu antar hijau berguna untuk waktu pengosongan dan waktu hilang dari simpang.

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 5 Waktu Antar Hijau

Perencanaan waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal:

Tabel III. 3 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan rata-rata	Nilai Normal Waktu antar Hijau
Kecil	6 - 9 meter	4 det per fase
Sedang	10 – 14 meter	5 det per fase
Besar	≥ 15 meter	≥ 6 det per fase

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Waktu merah semua digunakan untuk mengkosongkan simpang pada akhir fase sehingga sebelum kaki simpang dilepas, simpang dalam keadaan kosong untuk menghindari konflik. Merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak kendaraan yang keluar dan yang masuk dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

$$MERAH\ SEMUA = \left[\frac{(LEV + IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right]$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 6 Waktu Merah Semua

Keterangan :

LEV ,LAV = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

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

2. Waktu Hilang (Lost Time)

Lost Time merupakan jumlah periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Perhitungan waktu hilang dapat diperoleh dari selisih antara waktu siklus dan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

$$LTI = \Sigma(\text{Merah Semua} + \text{Kuning}) = \Sigma IG$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 7 Waktu Hilang

3.5 Perhitungan Simpang Bersinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan pada ruang lalu lintas yang melewati titik tak terganggu di hulu, pendekat per satuan waktu (kend/jam dan smp/jam).

Tabel III. 4 Penentuan Ekuivalen Kendaraan

Tipe Kendaraan	Emp	
	Terlindung	Pendekat
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Untuk mencari pendekatan rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) dan ratio belok kanan (P_{RT}) dengan rumus:

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 8 Rasio Kendaraan Belok Kiri

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 9 Rasio Kendaraan Belok Kanan

3.5.1 Kapasitas

Kapasitas merupakan total lalu lintas maksimum yang dapat ditampung oleh suatu pendekatan dalam waktu tertentu.

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 10 Kapasitas

Keterangan :

- C = Kapasitas Pendekat (smp/jam)
- S = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)
- g = Waktu hijau (det)
- c = Waktu siklus (det)

3.5.2 Arus Jenuh Yang Disesuaikan

Arus Jenuh yang disesuaikan merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau). Arus jenuh (S) didapatkan dari hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada kondisi standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya dan yang telah ditentukan sebelumnya.

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 11 Arus Jenuh Yang Disesuaikan

Keterangan :

- S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)
- S₀ = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)
- F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- F_g = Faktor penyesuaian kelandaian jalan
- F_p = Faktor penyesuaian parkir
- F_{rt} = Faktor penyesuaian kendaraan belok kanan
- F_{lt} = Faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

3.5.3 Arus Jenuh Dasar

Untuk perhitungan arus jenuh dasar dilakukan dengan mengukur lebar efektif mulut simpang dan arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut berdasarkan data survei yang didapatkan untuk jenis simpang terlawan.

$$S_0 = 600 \times W_e$$

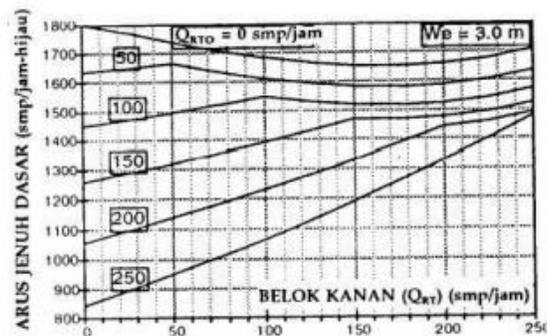
Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 12 Arus Jenuh Dasar

Keterangan:

We = Lebar masuk suatu pendekat (meter)

Untuk tipe pendekat terlawan We=3



Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Gambar III. 6 S₀ Untuk Pendekatan

3.5.4 Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian adalah faktor pengali untuk penyesuaian dari suatu nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel yang ada sesuai ketentuan yang berlaku

1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_c)

Faktor Penyesuaian ukuran kota didapatkan dari ukuran kota yang tercatat pada tabel di bawah ini:

Tabel III. 5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_c)

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_c)
>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 : Dirjen Bina Marga 1997

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor hambatan samping merupakan kegiatan di suatu lokasi yang di kaji menyebabkan arus jenuh berkurang di dalam pendekat simpang.

Tabel III. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

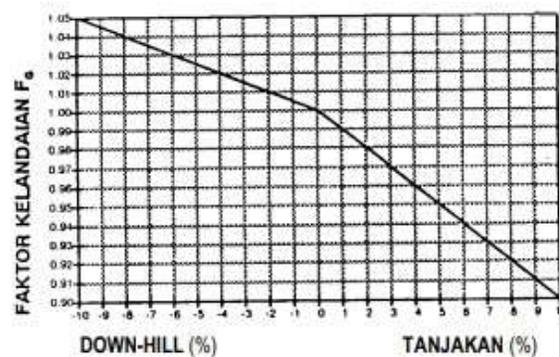
Linkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	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
Permukiman (RES)	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 (RA)	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 : Dirjen Bina Marga 1997

3. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Faktor koreksi penyesuaian kelandaian ditentukan sebagai fungsi dari kelandaian apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.



Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Gambar III. 7 Faktor Penyesuaian Kelandaian

4. Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang di parkir pertama dan lebar pendekat. Faktor koreksi penyesuaian parkir apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

$$F_p = [LP/3 - (WA - 2) \times (LP/3 - g)/WA]/g$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 13 Faktor Penyesuaian Parkir

Keterangan :

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

WA = Lebar pendekat (m)

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

5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{RT} . Rasio kendaraan belok kanan (hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah). Faktor koreksi penyesuaian belok kiri berpengaruh dalam tundaan dan antrian.

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 14 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Keterangan :

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

P_{RT} = Rasio kendaraan belok kanan

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri P_{LT} .

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 15 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Keterangan :

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} = Rasio kendaraan belok kiri

3.5.5 Rasio Arus

1. Rasio Arus

Menghitung rasio arus (FR) masing-masing pendekat dengan tujuan untuk membandingkan arus lalu lintas dan arus jenuh dari suatu pendekat.

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 16 Rasio Arus

Keterangan :

FR = Rasio arus pendekat

- Q = Arus lalu lintas
 S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

2. Rasio Arus Simpang (IFR)

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

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 17 Rasio Arus Simpang

Keterangan :

IFR = Rasio arus pendekat

FR_{crit} = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

3. Rasio Arus Fase

Perhitungan Rasio Arus Fase yang kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 18 Rasio Arus Fase

Keterangan :

PR = Rasio fase

IFR = Rasio arus simpang

FR_{CRIT} = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

3.5.6 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan. Derajat kejenuhan merupakan salah satu indikator ada tidaknya masalah disuatu simpang tersebut, jika nilai arus lalu lintas semakin dekat dengan kapasitasnya maka kemudahan pergerakan lalu lintas akan semakin terbatas.

$$DS = \frac{Q}{c}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 19 Derajat Kejenuhan

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total (smp/jam)

3.5.7 Perilaku Lalu Lintas

1. Panjang Antrian

Panjang antrian didapatkan melalui hasil perkalian NQ maks dengan luas rata-rata yang digunakan per smp. Panjang antrian (queue length) merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekatan.

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

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1)^2 + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}]$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 20 Jumlah yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya

Keterangan :

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S×GR)

b. Jumlah yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 21 Jumlah yang Datang Selama Fase Merah

Keterangan :

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

$$\begin{aligned}
 C &= \text{Waktu siklus (det)} \\
 Q_{\text{masuk}} &= \text{Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar} \\
 &\quad \text{LTOR (smp/jam)} \\
 \boxed{NQ} &= \boxed{NQ1 + NQ2}
 \end{aligned}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 22 Jumlah Kendaraan Antrian

Untuk perencanaan dan perencanaan disarankan POL $\leq 5\%$, untuk operasi suatu nilai POL = 5-10% mungkin dapat diterima.

$$\boxed{QL = \frac{NQ_{\text{max}} \times 20}{W_{\text{masuk}}}}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 23 Panjang Antrian

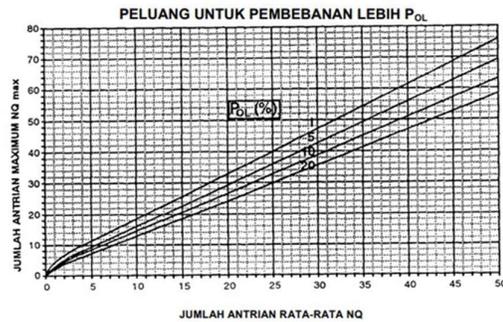
Keterangan :

- QL = Panjang Antrian
- NQ_{max} = Jumlah Antrian Maksimum
- W_{masuk} = Lebar masuk

2. Kendaraan Terhenti

Sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang yang ada.

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



Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Gambar III. 8 Perhitungan Jumlah Antrian

Rumus III. 24 Angka Henti

Keterangan :

NS = Angka henti

NQ = Jumlah antrian

C = Waktu Siklus (det)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah Kendaraan terhenti (NSV) pada masing-masing pendekat dengan rumus:

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

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 25 Kendaraan Terhenti

Keterangan :

NSv = Jumlah Kendaraan Berhenti

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NS = Angka henti

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

$$NS_{TOT} = \frac{\sum NSV}{Q_{TOT}}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 26 Angka Henti Seluruh Simpang

Keterangan :

NS_{tot} = Laju henti rata-rata

ΣNSV = Jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat

Q_{tot} = Arus simpang total (kend/jam)

3. Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang dipengaruhi oleh beberapa aspek yakni tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Untuk tundaan lalu lintas menggunakan rumus:

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 27 Tundaan Lalu Lintas

Keterangan :

DT = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (det) dari Form

SIG- IV

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

$NQ1$ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan Geometri (DG)

$$DGJ = (1 - PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times 4)$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 28 Tundaan Geometri

Keterangan :

DGj = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

PSV = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(NS, 1)$

PT = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat Tundaan Rata-rata

$$D = DT + DG$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 29 Tundaan Rata-rata

Keterangan :

- D = Tundaan rata-rata untuk j (det/smp)
DT = Tundaan lalu lintas rata-rata pendekat j
(det/smp)
DG = Tundaan geometri rata-rata pendekat j
(det/smp)

$$D_{tot} = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

Sumber : Dirjen Bina Marga 1997

Rumus III. 30 Tundaan Total

3.6 Tingkat Pelayanan

Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan pada persimpangan di klasifikasikan atas:

Tingkat Pelayanan	Kondisi Tundaan per kendaraan
A	≤ 5 detik
B	5 – 15 detik
C	15 – 25 detik
D	25 – 40 detik
E	40 – 60 detik
F	≥ 60 detik