

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa kajian yang nantinya akan digunakan sebagai acuan atau dasar-dasar untuk membahas, menganalisis dan memecahkan masalah yang terjadi dalam proses penelitian

3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

3.1.1 Pada Undang-undang no 22 tahun 2009

Pasal 93, 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.

3.1.2 Menurut Peraturan Pemerintah No. 32 Tahun 2011, tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran arus lalu lintas

3.1.3 Menurut Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 14 tahun 2006, Manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan yang bertujuan untuk meningkatkan keselamatan, ketertiban, dan kelancaran dalam berlalu lintas.

3.2 Lalu Lintas

3.2.1 Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

1. Pasal 3, 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.
2. Pasal 25, 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.

3.3 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas

3.3.1 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014 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.

Pasal 17, Pengaturan waktu siklus Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 dilakukan dengan mempertimbangkan aspek:

1. makroskopis, yang meliputi:
 - a. volume lalu lintas yang menuju kaki simpang;
 - b. volume lalu lintas yang meninggalkan kaki simpang;
 - c. kapasitas pendekat masing-masing kaki simpang bagi lalu lintas yang mendekati kaki simpang dan yang menjauhi kaki simpang;
 - d. komposisi lalu lintas kendaraan dan Pejalan Kaki;
 - e. variasi lalu lintas periodik dan insidental;
 - f. distribusi arah pergerakan lalu lintas;
 - g. tundaan dan antrian;
 - h. kecepatan; dan
 - i. pengaturan arus lalu lintas.
2. mikroskopis, yang meliputi:
 - a. tundaan lalu lintas;
 - b. konflik lalu lintas; dan
 - c. percepatan lalu lintas.

3.3.2 Undang Undang no 22 tahun 2009

Pasal 112 Ayat (3), dijelaskan 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.

3.4 Marka Jalan

- 3.4.1 PM No. 34 Tahun 2014 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

3.4.2 Pasal 53, dijelaskan bahwa penyelenggaraan marka jalan meliputi kegiatan berupa:

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

3.5 Rambu Lalu Lintas

3.5.1 Undang - undang no 22 tahun 2009 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 melihat dan mengetahui ada Pejalan Kaki yang akan menyeberang.

3.5.2 PM No. 13 Tahun 2014 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.

1. 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 Perencanaan rambu

Kecepatan Rencana	Jarak
> 100	180 m
80 – 100	100 m
60 – 80	80 m
< 60	50 m

- 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.

2. Pasal 31, dijelaskan bahwa penyelenggaraan rambu lalu lintas meliputi kegiatan diantaranya:

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

3. 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.

3.6 Persimpangan Bersinyal

Persimpangan Bersinyal merupakan suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) yang bertujuan untuk membatu ketertiban lalu lintas bagi

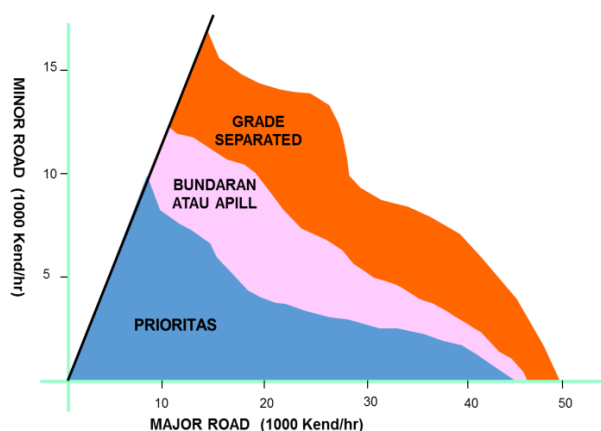
pengguna jalan. Berdasarkan MKJI 1997, tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) sebagai berikut

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

3.7 Penentuan Pengaturan Lalu Lintas

Pada persimpangan yang menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas, konflik antar arus lalu lintas dikendalikan dengan isyarat lampu, konflik dapat dihilangkan dengan melepaskan satu arus lalu lintas akan tetapi dapat mengakibatkan hambatan arus dari kaki persimpangan lainnya dan dapat mengakibatkan penggunaan persimpangan yang tidak efisien. Oleh sebab itu perlu dipertimbangkan untuk mengalirkan beberapa arus bersamaan untuk mempertinggi efisiensi pada penggunaan persimpangan

Pada sistem pengendalian persimpangan dapat menggunakan pedoman pada gambar berikut dalam penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpangnya



Sumber: Austrian Road Research Broad (ARRB), 1989

Penghitungan dilakukan persatuan 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).

$$LHR = \frac{VJP}{K}$$

Rumus III. 1 Penentuan LHR

Sumber : MKJI 1997

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 dapat dilihat pada tabel III.2 sebagai berikut :

Tabel III. 2 Presentase LHR

Tipe Kota Dan Jalan	Faktor Persen K (K x LHR = VJP)
Kota – kota > 1 juta penduduk	7 – 8 %
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 9 %
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	
Kota – kota < 1 juta penduduk	
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 10 %
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	9 – 12 %

Sumber: MKJI 1997

3.8 Perhitungan Kinerja Simpang

Peningkatan kinerja simpang dapat dilakukan dari segi keselamatan, keamanan, dan efisiensi dengan melakukan pelaksanaan dalam pengendalian persimpangan. Unsur yang paling penting dalam pelaksanaan evaluasi ataupun optimalisasi kinerja simpang yaitu alat pemberi isyarat lalu lintas (*traffic light*), kapasitas, dan tingkat pelayanan. Untuk mendapatkan kinerja simpang berjalan dengan baik maka yang perlu diperhatikan yaitu kapasitas dan tingkat pelayanan simpang sehingga evaluasi kinerja simpang dengan penggunaan lalu lintas, parameter dalam peningkatan kinerja pada penelitian ini yaitu nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan.

3.9 Jenis Pengendalian Simpang

Secara umum sasaran yang harus dicapai dalam pengendalian persimpangan meliputi:

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

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.

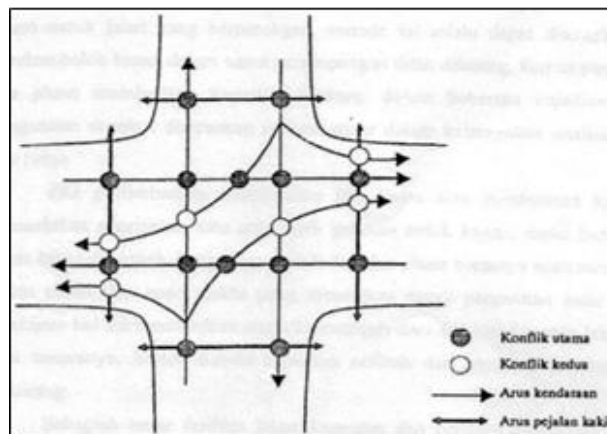
3.10 Kinerja Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang dilengkapi menggunakan 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. 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:

- a. 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).
- b. Memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan dan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang jalan (konflik kedua).



Gambar III. 2 Konflik Utama dan Kedua pada simpang bersinyal

Menurut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia ,1997) mengenai kapasitas dari simpang bersinyal tahapan dalam menghitung dan menganalisa suatu simpang APILL dapat diurutkan menjadi lima langkah utama seperti dibawah ini :

- a. Tahap Pertama : Data masukan
- b. Tahap Kedua : Penggunaan isyarat
- c. Tahap Ketiga : Penentuan waktu isyarat
- d. Tahap Keempat : Kapasitas dan
- e. Tahap Kelima : Kinerja lalu lintas

Simpang dengan pengendalian sinyal unjuk kerja dipengaruhi dengan derajat kejenuhan (DS), jumlah antrian(QL), dan laju henti (NS).

Penjelasan mengenai perhitungan simpang dengan pengendalian APILL dengan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

1. Arus Jenuh (S)

Menurut (Susilo dan Solihin, 2011) arus jenuh adalah volume maksimum yang dinyatakan dalam smp/jam hijau , yang dapat melewati garis henti dari lajur pendekat pada saat lampu hijau dan pada saat tersebut terdapat deretan kendaraan pada jalur pendekat tersebut. Untuk menghitung arus jenuh dapat dicari dengan mengalikan faktor faktor penyesuaian yang telah ditentukan berdasarkan karakteristik simpang tersebut.

Berikut ini merupakan rumus dari arus jenuh :

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

Rumus III. 2 Arus Jenuh

Keterangan :

S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

FCS = Faktor korekso arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

FSF = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

FG = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

FP = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran dekat lengan persimpangan

FLT = Faktor koreksi kapasitas akibat adanya pergerakan belok kiri

FRT = Faktor koreksi kapasitas adanya pergerakan belok kanan

Besar setiap faktor koreksi arus jenuh sangat tergantung pada tipe persimpangan. Penjelasan lebih rinci mengenai nilai setiap faktor koreksi arus jenuh bisa ditemukan dalam pedoman MKJI 1997.

2. Arus Jenuh Dasar

Momentum yang terendam sebagian besar ditentukan oleh tindakan kendaraan, respons pengemudi dan lebih jauh lagi kepribadian pengemudi.

Jadi awal arus menyebabkan waktu yang mendasari (*start slack*) dan menjelang akhir dari pengembangan yang mendasarinya akan ada waktu akhir tambahan (*end slack*). Gagasan tentang waktu yang layak kemudian digunakan sebagai sumber perspektif untuk menentukan arus perendaman di titik persimpangan bersinyal (Panduan Batas Jalan Indonesia 1997).

So dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$S_o = 600 \times W_e$$

Rumus III. 3 Arus Jenuh Dasar

Keterangan :

W_e = Lebar masuk suatu pendekat (m)

Dari beberapa penelitian di beberapa kota di Indonesia dari (Munawar dkk, 2003), Nilai arus jenuh yang ada di lapangan ternyata lebih besar dari nilai tersebut, yaitu sekitar 1,3 kali, sehingga rumus empiris dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 tersebut diajarkan untuk dikoreksi menjadi:

$$S_o = 780 \times W_{masuk}$$

Rumus III. 4 Arus Jenuh Dasar yang dianjurkan

Keterangan :

W_e = Lebar masuk suatu pendekat (m)

3. Faktor Penyesuaian

Setelah menentukan nilai arus jenuh dasar (C_o) maka selanjutnya mencari nilai untuk faktor-faktor penyesuaian simpang dengan menggunakan rumus – rumus dibawah ini :

a. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Dipengaruhi oleh total penduduk pada suatu kota (juta) pada lokasi studi. Dapat dilihat pada Tabel III. 2

Tabel III. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FCcs)
<0.1	0.82

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FCcs)
0.1 – 0.5	0.83
0.5 – 0.10	0.94
1.0 – 3.0	1.00
>3.0	1.05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

b. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Didefinisikan sebagai keterikatan arus lalu lintas dengan aktivitas pada pinggir jalan sehingga pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat pun bisa terjadi.

Berikut ini merupakan tabel faktor penyesuaian hambatan samping

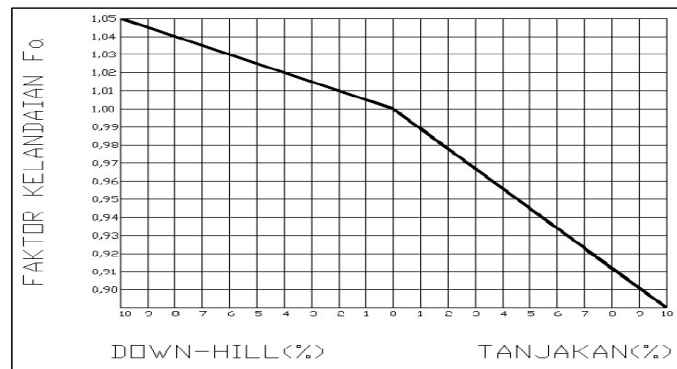
Tabel III. 4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan (O)	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung (P)	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan (O)	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung (P)	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan (O)	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung (P)	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (Res)	Tinggi	Terlawan (O)	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung (P)	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan (O)	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung (P)	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan (O)	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung (P)	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	T/S/R	Terlawan (O)	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung (P)	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

c. Faktor Penyesuaian Kelandaian

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



Gambar III. 3 Jenis Alih Gerak Kendaraan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

d. Faktor Penyesuaian Parkir

Untuk mencari nilai FP :

$$FP = [Lp/3 - (WA - 2) \times (Lp/3 - g)/WA]/g$$

Rumus III. 5 Faktor Penyesuaian Parkir

Keterangan :

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

WA = Lebar Pendekat

g = Waktu hijau pada pendekat

e. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

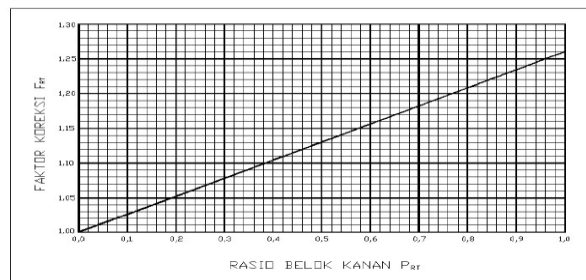
Faktor ini tidak ditetapkan menjadi elemen proporsi kendaraan yang berbelok ke kanan pRT. Hal yang membuat perubahan belok kanan untuk kendaraan yang dilindungi saja, tidak ada jalan tengah,

dua arah, lebar yang berhasil ditentukan oleh lebar lintasan. Berikut ini merupakan rumus faktor penyesuaian belok kanan :

$$FRT = 1,0 + pRT \times 0,26$$

Rumus III. 6 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Grafik hubungan FRT dan PRT digambarkan pada Gambar III.4 dibawah ini :



Gambar III. 4 grafik hubungan FRT dan PRT

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

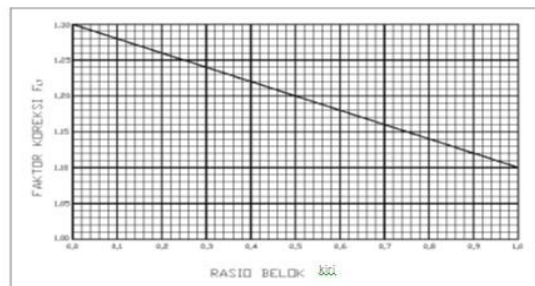
f. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) didapatkan dari rasio kendaraan belok kiri pLT terhadap jumlah total kendaraan pada suatu jalan. Faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk:

$$FLT = 1,0 + pLT \times 0,16$$

Rumus III. 7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Grafik hubungan FLT dan PLT digambarkan dalam Gambar III.5



Gambar III. 5 Grafik Hubungan FLT dan PLT

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

3.11 Prinsip Waktu Siklus dan Fase

Rencana waktu sinyal digunakan untuk mengatur dan memisahkan arus- arus lalu lintas yang mendekati persimpangan dan membelok. Rencana periode waktu spesifik dapat diidentifikasi :

1. Rencana Sinyal

Suatu rangkaian yang ditentukan terlebih dahulu dari kejadian-kejadian yang didesain untuk memisahkan dan mengatur pergerakan lalu lintas dalam suatu periode waktu tertentu dalam suatu hari seperti waktu pagi, waktu tidak sibuk dan waktu sibuk sore.

2. Waktu siklus

Merupakan serangkaian langkah-langkah atau prosedur semua pergerakan lalu lintas dilakukan atau penjumlahan waktu dari keseluruhan tahapan pada simpang.

3. Tahap

Tahap merupakan salah satu atau lebih bagian dari siklus jika suatu kombinasi perintah signal tertentu stabil. Hal ini dimiliki pada awal periode waktu kuning, dan berakhir dari periode hijau berikutnya. Siklus adalah jumlah dari waktu-waktu tahap (*stage*).

4. Fase

Bagian dari siklus sinyal dengan lampu lalu lintas disediakan bagi kombinasi tertentu dan gerakan lalu lintas (Menurut MKJI 1997)

5. Periode Hijau Antara

Ini adalah periode antara satu fase yang menyala kuning (pada satu kaki titik persimpangan berbeda menyala hijau). Ini tidak benar-benar diselesaikan tergantung pada pertimbangan keamanan terhadap waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk meninggalkan konvergensi sebelum perkembangan yang berlawanan diizinkan untuk mulai bergerak. Periode waktu hijau antara = waktu menyeberang + waktu pengosongan + waktu masuk biasanya 3 detik kuning + 1 detik merah (merah dan kuning)

6. Waktu Hijau Efektif dan Waktu Hilang

Jika kerangka waktu hijau berlangsung, kendaraan masih berhenti dan pengemudi membutuhkan kesempatan yang baik untuk memulai dan

mempercepat hingga mencapai kecepatan normal di jalan. Menjelang akhir kerangka waktu hijau ada kerangka waktu kuning, di mana beberapa kendaraan akan terus melewati persimpangan dan kendaraan yang berbeda akan memutar kembali dan kemudian berhenti. Jadi menjelang waktu awal dan menjelang akhir kerangka waktu hijau batasnya berkurang. Pada jam hijau, antrean kendaraan akan tiba pada laju berjalannya dan jumlah kendaraan yang melewati persimpangan akan tiba pada tingkat yang konsisten dan disebut sebagai arus perendaman. Waktu yang hilang dalam periode peningkatan kecepatan dan kerangka waktu perlambatan disinggung sebagai waktu yang hilang Waktu hijau efektif dihitung sebagai berikut. Waktu Hijau Efektif = Waktu Hijau + Waktu Kuning – Waktu Merah. Waktu Hilang diperkirakan 2 detik per fase, waktu kuning biasanya diambil 3 detik.

7. Arus Jenuh

Arus jenuh adalah tingkat arus maksimum pada suatu mulut persimpangan jika lampu pengaturan lalu lintas terus menerus menyala hijau.

Arus jenuh padat diperkirakan dari lebar jalan dengan faktor koreksi untuk hal-hal yang mengganggu kondisi “kelancaran arus” yang ideal, yang dapat diubah-ubah untuk meningkatkan penampilan seperti misalnya:

- a. Kelandaian
- b. Komposisi kendaraan
- c. Lalu lintas yang membelok
- d. Penyeberang jalan
- e. Kendaraan yang diparkir

Bagaimanapun cara yang lebih teliti untuk memperkirakan arus jenuh adalah dengan suatu survei, bilamana kondisi lalu lintasnya padat, yang mana formasi antrian terjadi.

8. Lalu lintas belok kiri

Merupakan hal yang umum untuk mengijinkan lalu lintas yang membelok ke kiri untuk tetap berjalan meskipun lampu lalu lintas yang

utama menyala merah hal ini dapat dilakukan oleh suatu lampu panah hijau, atau oleh suatu peraturan lalu lintas yang umum bahwa semua lalu lintas yang membelok ke kiri dapat berjalan terus tanpa berhenti. Meskipun demikian, para pejalan kaki memerlukan suatu prioritas, apabila digunakan lampu panah maka waktu hijau dapat ditunda untuk memberikan waktu kepada pengguna jalan untuk menyeberang.

9. Lalu lintas belok kanan

Lalu lintas belok kanan merupakan yang utama pada persimpangan persimpangan, khususnya yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas. Penghentian dini (*early cut-off*) dan pelepasan lambat (*late release*) dari tahap-tahap sering sangat berguna.

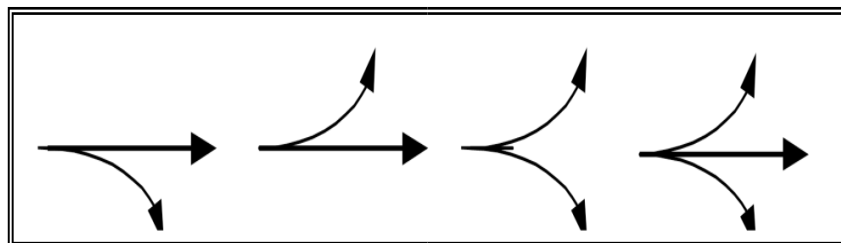
10. Menentukan Tahap / Fase

Dari Pedoman MKJI 1997 pada dasarnya pengaturan 2 tahap dilakukan sebagai peristiwa mendasar, menyebabkan akan dihasilkannya batas yang bertambah lama serta penundaan yang berkurang daripada berbagai jenis papan tanda dengan pengontrol panggung standar dengan panggung biasa. pengaturan.

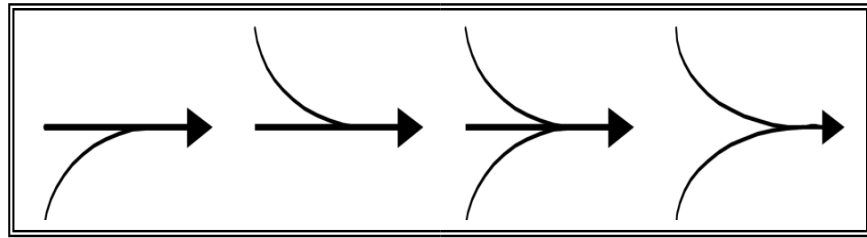
Arus yang meninggalkan belokan kanan dalam berbagai periode perkembangan lurus memerlukan jalur yang terpisah. Tindakan terpisah untuk perkembangan belok kanan biasanya dapat diselesaikan tergantung pada pertimbangan batas > 200 smp/jam.

Secara umum pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi 4 jenis gerak kendaraan yaitu :

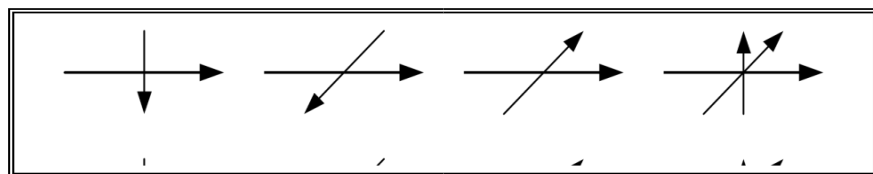
a. Berpencar (*Diverging*)



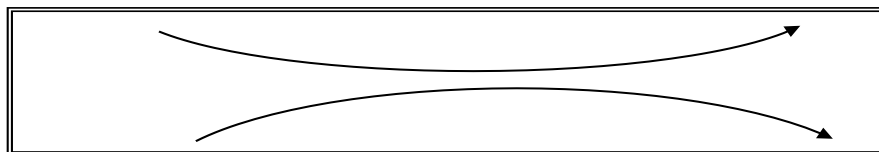
b. Menggabung (*Merging*)



c. Menyilang/Berpotongan (*Crossing*)



d. Menggabung Lalu Berpencar (*Weaving*)



Gambar III. 6 Jenis Dasar Alih Kendaraan

Dari keempat alih gerak tersebut, gerak berpotongan merupakan alih gerak yang paling berbahaya. Hal ini karena alih gerak yang berpotongan terjadi konflik.

Dalam mencari waktu siklus pada suasana tetap (*stable*) dilakukan dengan menggunakan cara Webster (MKJI, 1997) agar mengurangi tundaan total pada suatu simpang. Yang harus dilakukan pertama kali adalah dengan menentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase (i).

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Panjang waktu siklus dipengaruhi secara langsung dengan volume lalu lintas untuk fixed time operation. Durasi panjang atau singkatnya waktu siklus akan berdampak pada nilai tundaan kendaraan rata-rata yang melewati simpang.

Berikut ini merupakan rumus untuk mencari waktu siklus sebelum penyesuaian :

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5)/(1 - IFR)$$

Rumus III. 8 Waktu Siklus Sebeleum Penyesuaian

Keterangan :

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang ΣFR_{crit}

Tabel berisi nilai Co dapat dilihat dibawah ini :

Tabel III. 5 Waktu Siklus yang disarankan

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

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

2. Waktu Hijau

Pembagian waktu hijau pada kinerja suatu simpang bersinyal lebih peka terhadap kesalahan daripada panjangnya waktu siklus.

Berikut ini merupakan rumus untuk mencari waktu hijau :

$$g_i = (cua \times LTI) \times PRI$$

Rumus III. 9 Waktu Hijau

Keterangan :

G_i = Tampilan Waktu Hijau Pada Fase I (detik)

Cua = Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

LTI = Jumlah Waktu Hilang Per Siklus (detik)

PRI = Rasio Fase $FR_{crit} / \Sigma FR_{crit}$

3. Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

Nilai c menyesuaikan waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang (LTI). LTI merupakan total dari keseluruhan periode antar hijau pada siklus yang lengkap (det).

Nilai LTI bisa dihasilkan dari perbedaan c dengan total waktu hijau pada semua fase yang berurutan

$$C = \sum g + LTI$$

Rumus III. 10 Waktu Siklus yang disesuaikan

Keterangan :

c = Waktu siklus yang disesuaikan (c)

LTI = Jumlah Waktu Hilang Per Siklus (detik)

3.12 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

1. Kapasitas

Arus lalu-lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi (MKJI 1997).

lalu-lintas dan sebagainyaHal ini diterapkan jika pembangunan belokan kanan memiliki tahap alternatif dari lalu lintas lurus atau juga dimungkinkan dengan mengubah jalan yang sebenarnya, khususnya dengan kanalisasi.

Nilai (C) dapat digambarkan dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$C = S \times gc$$

Rumus III. 11 Kapasitas

Keterangan :

C= Kapasitas Pendekat (smp/jam)

S= Arus Jenuh (smp/jam hijau)

G= Waktu Hijau (detik)

C=Waktu Siklus

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk mencari nilai derajat kejenuhan sebagai berikut:

$$DS = Q/C$$
$$= (Q \times C) / (S \times g)$$

Rumus III. 12 Derajat Kejenuhan

DS = Derajat kejenuhan

Q= Arus lalu lintas (smp/jam)

C= Kapasitas (smp/jam)

3.13 Perilaku Lalu Lintas

1. Panjang Antrian

Panjang antrian kendaraan dalam suatu metodologi dan antrian dalam jumlah antrian kendaraan dalam suatu metodologi (kendaraan per smp).

Dalam pedoman MKJI, garis yang terjadi pada suatu metodologi adalah jumlah normal jalur smp menuju awal rambu hijau (NQ) yaitu jumlah smp yang tinggal dari tahap hijau terakhir (NQ1) dan jumlah smp yang muncul selama waktu merah (NQ2).

yang persamaannya dituliskan seperti berikut ini:

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Rumus III. 13 Panjang Antrian

Keterangan :

NQ = Jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama waktu merah

Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ₁) yang merupakan sisa dari fase terdahulu yang dihitung dengan rumus berikut:

a) Untuk Derajat Kejenuhan >5

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

Rumus III. 14 DS>5

Keterangan:

NQ₂ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

DS = Derajat Kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Waktu siklus (detik)

b) Untuk Derajat Kejenuhan $\leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ₂) dengan rumus seperti berikut:

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

Rumus III. 15 DS < 0,5

Keterangan:

NQ₂ = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat Kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Waktu siklus (detik)

Q_{masuk} = Arus lalu lintas pada tempat di luar LTOR (smp/jam)

Panjang antrian(QL) diperoleh dengan mengalikan (NQ_{max}) dengan penggunaan eksternal normal per smp menengah (20 m²) dan partisi dengan lebar bagian (W_{masuk}). NQ_{max} diperoleh dengan mengubah nilai NQ sejauh kemungkinan ideal overburdening POL (%) menggunakan diagram seperti pada Gambar III.5 untuk penyusunan dan perencanaan disarankan POL 5%, untuk tugas disarankan POL = 5 –10%.

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

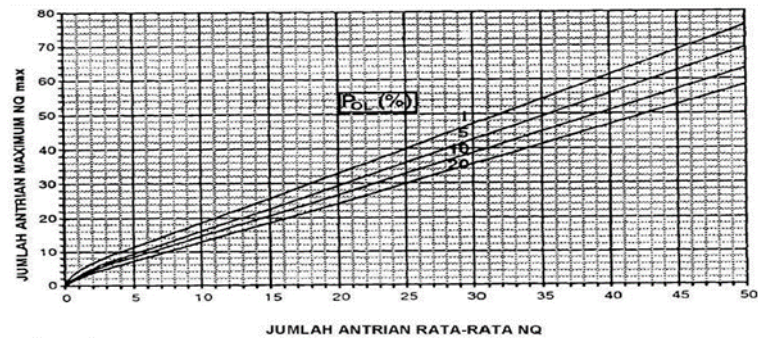
Rumus III. 16 Panjang Antrian

Keterangan :

QL = Panjang antrian

$NQ_{\max}$ = Jumlah antrian maksimum

W_{masuk} = Lebar masuk



Gambar III. 7 grafik panjang antrian

Rumus III. 30 Laju Henti

Gambar III. 8 grafik panjang antrian

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2. Laju Henti (NS)

NS pada masing-masing ruas jalan pada kaki simpang memiliki pengertian kendaraan berhenti dalam satuan smp (rata-rata) bisa dicari sebagai berikut :

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

Rumus III. 17 Laju Henti

Keterangan :

NS = Laju Henti (stop/smp)

NQ = Jumlah Antrian (smp)

Q = Arus lalu Lintas (smp/jam)

C = Waktu Siklus (detik)

Setelah menghitung laju henti, untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini :

$$N_{sv} = Q \times N_S$$

Rumus III. 18 Jumlah Kendaraan Terhenti

3. Tundaan (D)

Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. (MKJI 1997) Adapun jenis dan jumlah penundaan yang terjadi atau yang terdistribusi pada para pemakai jalan akan dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut (Hobbs, 1979)

- Sifat-sifat fisik , seperti jumlah jalur, jenis permukaan , tata letak geometri, pemberhentian bus, dan tempat penyebrangan bagi pejalan kaki
- Pemakaian lalu lintas, yaitu volume dan gerakan membelok, kecepatan, jenis rute dan arus pejalan
- Bentuk pengendalian lalu lintas, yaitu rambu-rambu, pengaturan arus/jalur, bundaran di persimpangan, dan pengendalian gerakan membelok

Tundaan rata-rata pada tiap-tiap pendekat di cari dengan rumus di bawah ini :

$$D_i = \sum (Q \times D) / Q_{tot}$$

Rumus III. 19 Tundaan

3.13 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan pada perimpangan yang menggunakan lampu pengatur lalu lintas dihubungkan dengan lama waktu penundaan. *Delay* merupakan ukuran lama waktu menunggu tiap kendaraan. Kriteria tingkat pelayanan ditetapkan dalam bentuk rata-rata waktu berhenti tiap kendaraan dalam periode analisis selama 15 menit. Tingkat pelayanan adalah indikator atau ukuran kualitas atau suatu kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan biasanya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Hubungan antara tingkat

pelayanan dan waktu tertunda dapat digolongkan dalam beberapa tingkat pelayanan sebagai berikut:

Tundaan per Kendaraan (detik/kend)	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

3.14 Geometrik Persimpangan

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang menitikberatkan pada perencanaan dalam bentuk fisik yang memperhatikan beberapa aspek antara lain sifat, gerakan, ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerakan kendaraannya dan karakteristik lalu lintas sehingga memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu menciptakan infrastruktur yang aman, nyaman, optimal, dan memenuhi tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, nyaman, dan efisien pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan biaya pelaksanaan ruang. Dasar dari perencanaan geometrik yang menjadi pertimbangan perencanaan sehingga memenuhi tingkat keamanan dan kenyamanan pengguna jalan adalah sifat, gerakan, ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerakan kendaraannya dan karakteristik lalu lintas.