

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Simpang Jalan

Menurut F.D Hobbs (1995), simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat/lengan, dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Simpang dalam pengertian umum adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun susun.

Simpang dibagi menjadi dua antara lain.

1. Simpang Sebidang

Simpang sebidang merupakan persimpangan dua atau lebih jalan raya dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama.

2. Simpang Susun

Simpang susun merupakan persimpangan dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya mempunyai beda tinggi (elevasi) antara keduanya.

3.2 Arus Lalu Lintas

Menurut MKJI (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu. Arus lalu lintas dapat dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalen kendaraan penumpang (emp). Perhitungan arus lalu lintas berdasarkan MKJI 1997 dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$Q = \{(emp_{MC} \times MC) + (emp_{LV} \times LV) + (emp_{HV} \times HV)\} \quad (3.1)$$

Keterangan =

Q = Arus lalu lintas

MC = Sepeda motor

LV = Kendaraan ringan

HV = Kendaraan berat

Tabel 3.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Emp untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (<i>LV</i>)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (<i>HV</i>)	1,3	1,3
Sepeda Motor (<i>MC</i>)	0,2	0,4

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

3.3 Kapasitas

Menurut Munawar (2004), kapasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung volume lalu lintas per satuan waktu (kendaraan/jam). Kapasitas dapat dihitung dengan persamaan MKJI 1997, dapat dilihat dari Persamaan 3.2, 3.3, dan 3.4 sebagai berikut.

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (3.2)$$

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (3.3)$$

$$S_o = 850 \times W e^{0,95} \quad (3.4)$$

Keterangan =

- C = Kapasitas
- g* = Waktu hijau (det)
- c* = Waktu siklus (det)
- S = Arus jenuh (smp/jam)
- S_o* = Arus jenuh dasar (smp/jam)
- F_{CS}* = Faktor ukuran kota
- F_{SF}* = Faktor hambatan samping
- F_G* = Faktor kelandaian
- F_P* = Faktor parkir
- F_{RT}* = Faktor belok kanan
- F_{LT}* = Faktor belok kiri
- W_e* = Lebar efektif (m)

Berikut merupakan beberapa tabel dan gambar yang mendukung perhitungan kapasitas jalan berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

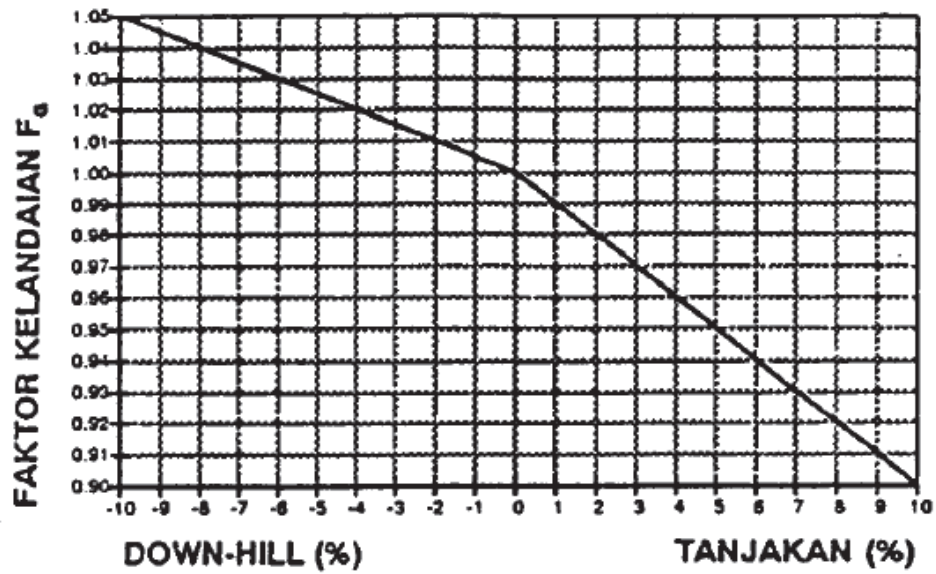
Ukuran Kota (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

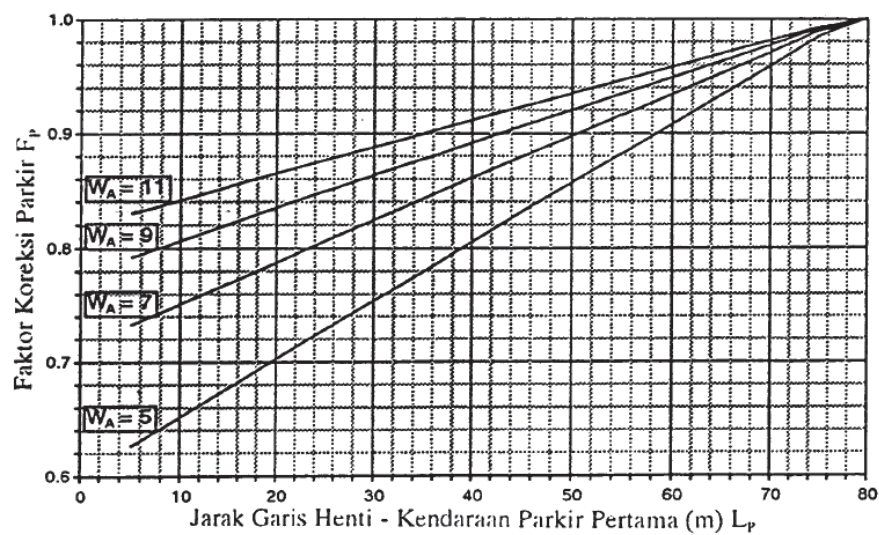
Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	T	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	S	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	R	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)	T	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
	S	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
	R	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)	T / S / R	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)



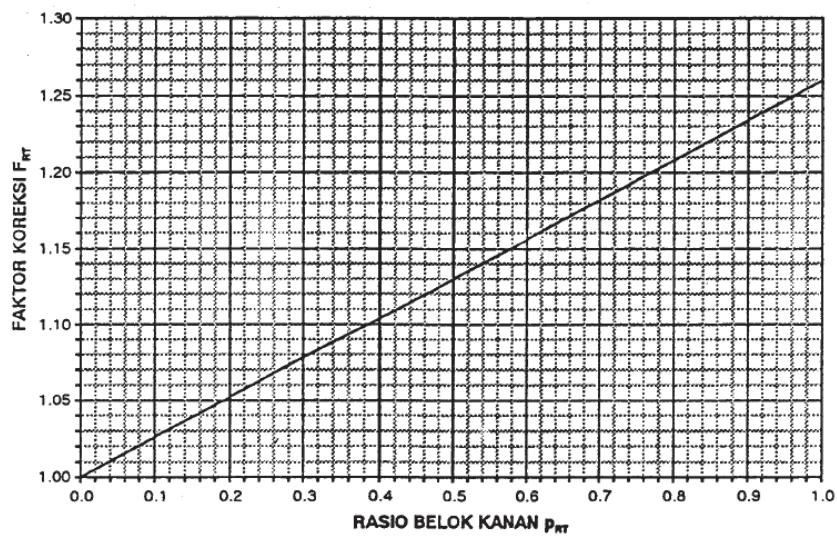
Gambar 3.1 Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (F_G)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.2 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (F_p)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.3 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kanan (F_{RT})

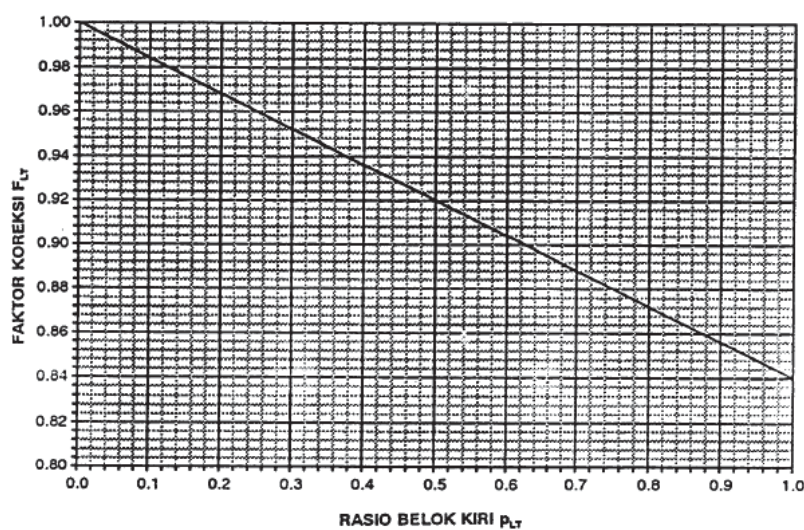
Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Faktor penyesuaian belok kanan hanya berlaku untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.5 sebagai berikut.

$$F_{RT} = 1,0 - p_{RT} \times 0,26 \quad (3.5)$$

Dengan =

p_{RT} = Rasio belok kanan



Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (F_{LT})

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Faktor penyesuaian belok kiri hanya berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$F_{LT} = 1,0 - p_{LT} \times 0,16 \quad (3.6)$$

Keterangan =

p_{LT} = Rasio belok kiri

Kapasitas ruas jalan dapat dihitung menggunakan persamaan MKJI 1997 dan dapat dilihat pada Persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$C = C_o \times F_w \times F_{SP} \times F_{SF} \times F_{CS} \quad (3.7)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam).

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

F_w = Faktor penyesuaian lebar jalan.

F_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah

F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

Berikut merupakan beberapa tabel dan gambar yang mendukung perhitungan kapasitas berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 3.4 Nilai Kapasitas Dasar (C_o)

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (skr/jam)	Catatan
4/2 atau Jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
4/2 TT	1500	Per lajur
2/2 TT	2900	Per lajur (dua arah)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

**Tabel 3.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas
(F_w)**

Tipe	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas - W_c	F_w
4/2 T atau Jalan satu arah	Lebar Per Jalur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
4/2 TT	Lebar Per Lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
2/2 TT	Lebar Lajur Dua Arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Tabel 3.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah (F_{SP})

Pemisah arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
F _{CSP}	Dua-lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat-lajur 4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping dan Jarak Kereb-Penghalang (F_{SF})

Tipe Jalan	Kelas HS	F_{SF}			
		Jarak Kereb-Penghalang Wk			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,94	0,96	0,98	1,00
	S	0,91	0,93	0,95	0,98
	T	0,86	0,89	0,92	0,95
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 TT	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,93	0,95	0,97	1,00
	S	0,90	0,92	0,95	0,97
	T	0,84	0,87	0,90	0,93
	ST	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,90	0,92	0,95	0,97
	S	0,86	0,88	0,91	0,94
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Tabel 3.8 Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran Kota (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

3.4 Pengaturan Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, dan tempat penyeberangan pejalan kaki. Pengaturan lalu lintas digunakan untuk mengatur pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antara arus yang ada. Pengaturan sinyal lalu lintas dapat dihitung dengan persamaan MKJI 1997, dapat dilihat dari Persamaan 3.8 sampai Persamaan 3.16 sebagai berikut.

$$S_o = 850 \times W e^{0,95} \quad (3.8)$$

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (3.9)$$

$$FR = \frac{Q}{S} \quad (3.10)$$

$$IFR = \Sigma (FR_{crit}) \quad (3.11)$$

$$PR = (FR_{crit}) / IFR \quad (3.12)$$

$$LTI = \Sigma (\text{Merah semua} + \text{kuning}) \quad (3.13)$$

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (3.14)$$

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR \quad (3.15)$$

$$c = \Sigma g + LTI \quad (3.16)$$

Keterangan =

S = Arus jenuh (smp/jam)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam)

FR = Rasio arus terhadap arus jenuh

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat

IFR = Jumlah dari rasio arus kritis

PR = Rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang

LTI = Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det)

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

c = Waktu siklus (det)

F_{CS} = Faktor ukuran kota

F_{SF} = Faktor hambatan samping

F_G = Faktor kelandaian

F_P	= Faktor parkir
F_{RT}	= Faktor belok kanan
F_{LT}	= Faktor belok kiri
We	= Lebar efektif (m)

Berikut merupakan beberapa tabel dan gambar yang mendukung perhitungan pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan MKJI 1997.

Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (F_{cs})

Ukuran Kota (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

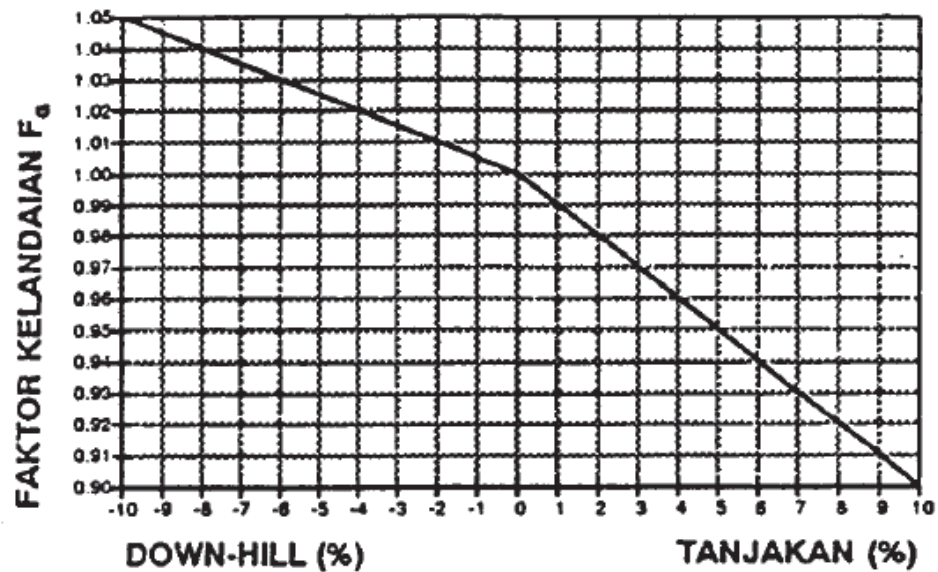
Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	T	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
	S	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
	R	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

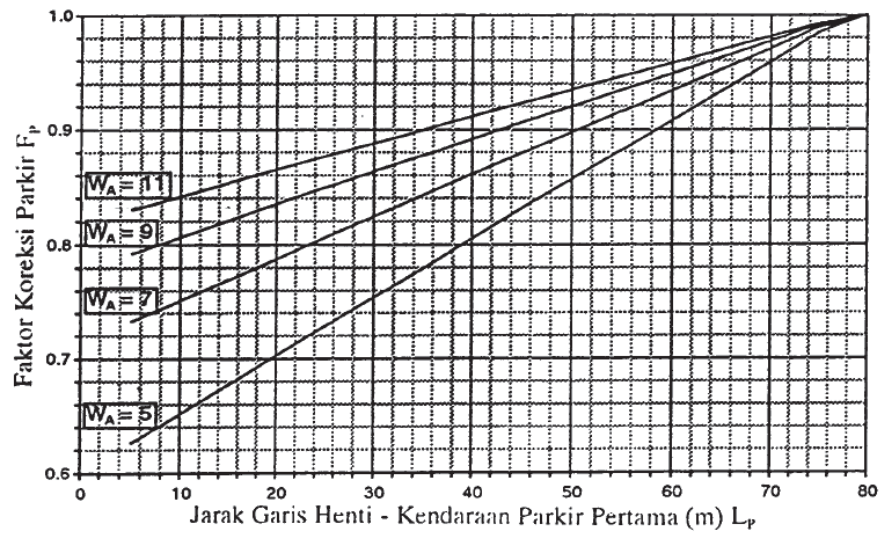
Lanjutan Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Permukiman (RES)	T	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
	S	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
	R	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)	T / S / R	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)

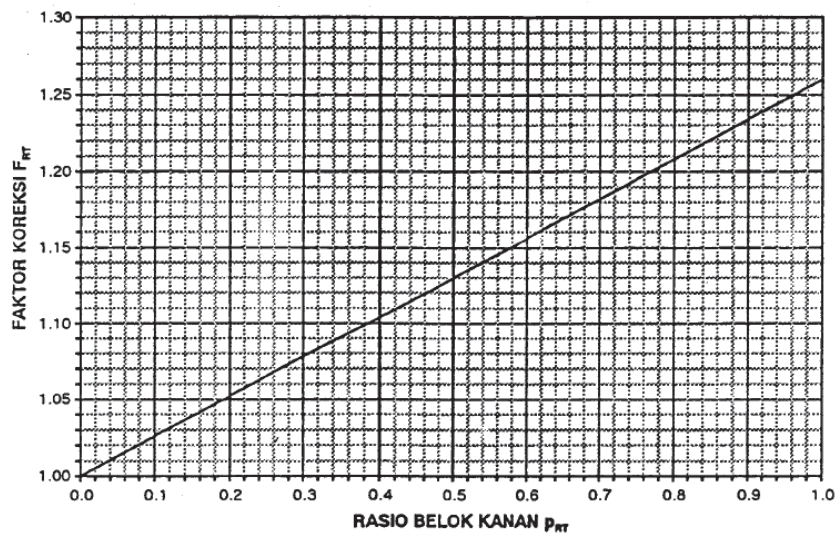
Gambar 3.5 Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (F_G)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.6 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Parkir dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (F_p)

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)



Gambar 3.7 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kanan (F_{RT})

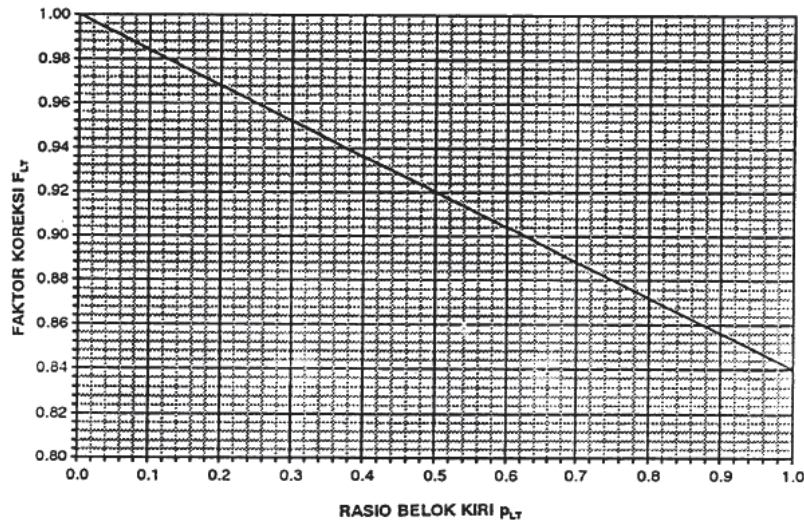
Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Faktor penyesuaian belok kanan hanya berlaku untuk pendekatan tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17 sebagai berikut.

$$F_{RT} = 1,0 - p_{RT} \times 0,26 \quad (3.17)$$

Dengan =

p_{RT} = Rasio belok kanan



Gambar 3.8 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (F_{LT})

Sumber: Dirjen Bina Marga (1997)

Faktor penyesuaian belok kiri hanya berlaku untuk pendekatan tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.18 sebagai berikut.

$$F_{LT} = 1,0 - p_{LT} \times 0,16 \quad (3.18)$$

Keterangan =

p_{LT} = Rasio belok kiri

3.5 Jalan Bawah (*Underpass*)

Underpass adalah tembusan di bawah sesuatu terutama bagian dari jalan atau jalan rel atau jalan bagi pejalan kaki. Biasanya digunakan untuk lalu lintas kendaraan (umumnya mobil atau kereta api) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda.

Fungsi penggunaan *underpass* diantaranya adalah memperbaiki geometri jalan sehingga dapat memberikan rasa nyaman dan aman bagi pengendara bermotor atau pejalan kaki.

3.6 Arus Jenuh

Menurut MKJI (1997), merupakan besarnya keberangkatan antrean di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan. Model keberangkatan kendaraan dibuat dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang melewati garis henti pada saat lampu merah menyala efektif. Tingginya nilai arus jenuh pada sebuah kaki simpang bersinyal menyebabkan penurunan kualitas pelayanan dari simpang bersinyal.

3.7 Derajat Jenuh

Menurut MKJI (1997), Derajat Jenuh adalah rasio lalu-lintas terhadap kapasitas. Derajat jenuh dapat diperoleh dari Persamaan 3.19 sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (3.19)$$

dengan =

DS = Derajat jenuh

Q = Arus lalu lintas

C = Kapasitas

Menurut MKJI, simpang dapat dikatakan jenuh dan diperlukan perbaikan apabila nilai derajat jenuh lebih dari 0,85.

3.8 Panjang Antrean dan Tundaan

Menurut Munawar (2004), panjang antrean adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (m) akibat dari derajat jenuh yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu.

Menurut Hobbs (1995), tundaan (*delay*) ditimbulkan oleh kelambatan atau macetnya kendaraan pada simpang jalan yang terlalu ramai dengan kendaraan, lebar jalan yang kurang, parkir mobil-mobil di jalan sempit, dan sebagainya. Tundaan merupakan waktu yang hilang akibat dipengaruhi oleh suatu unsur yang tidak dapat dikendalikan oleh pengemudi baik dalam arus lalu lintas itu sendiri maupun dari arus lalu lintas lain (Pignataro, 1937).

3.9 Program Komputer VISSIM

Menurut PTV-AG (2011), *VISSIM* adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah Alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

Salah satu fungsi dari *VISSIM* adalah untuk mensimulasikan pemodelan simpang sesuai dengan keadaan lapangan yang dilanjutkan dengan kalibrasi dan validasi data. Kalibrasi adalah proses saat model simulasi disesuaikan kembali sehingga model simulasi secara akurat mewakili atau mendekati dengan yang di lapangan. Validasi dilakukan guna mendapatkan perbandingan parameter yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan perubahan pada menu *Driving Behavior* sesuai di lapangan. Menurut Collins (2009), Validasi tidak memenuhi persyaratan apabila didapat perbandingan data di lapangan dan di simulasi mengalami simpangan melebihi 15%.