

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Simpang

Simpang adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya yang berpencar, bergabung, bersilangan dan berpotongan, termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Fungsi operasional utama dari simpang adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan.

Simpang merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan simpang. Masalah-masalah yang saling terkait pada simpang adalah:

1. Volume dan kapasitas (secara langsung mempengaruhi hambatan).
2. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
3. Perilaku lalu lintas dan panjang antrian.
4. Kecepatan.
5. Pangaturan lampu jalan.
6. Kecelakaan dan keselamatan.
7. Parkir.

Simpang dapat dibagi atas 2 jenis (Morlok, 1991) yaitu:

a. Simpang sebidang (*At Grade Intersection*)

Yaitu pertemuan dua atau lebih jalan raya dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama. Desain simpang ini berbentuk huruf T, huruf Y, simpang empat kaki, serta simpang berkaki banyak.

b. Simpang tak sebidang (*Grade separated Intersection*)

Yaitu suatu simpang dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya.

2.2 Pengaturan Simpang

Pengaturan simpang dilihat dari segi pandang untuk kontrol kendaraan dapat dibedakan menjadi dua (Morlok, 1991) yaitu:

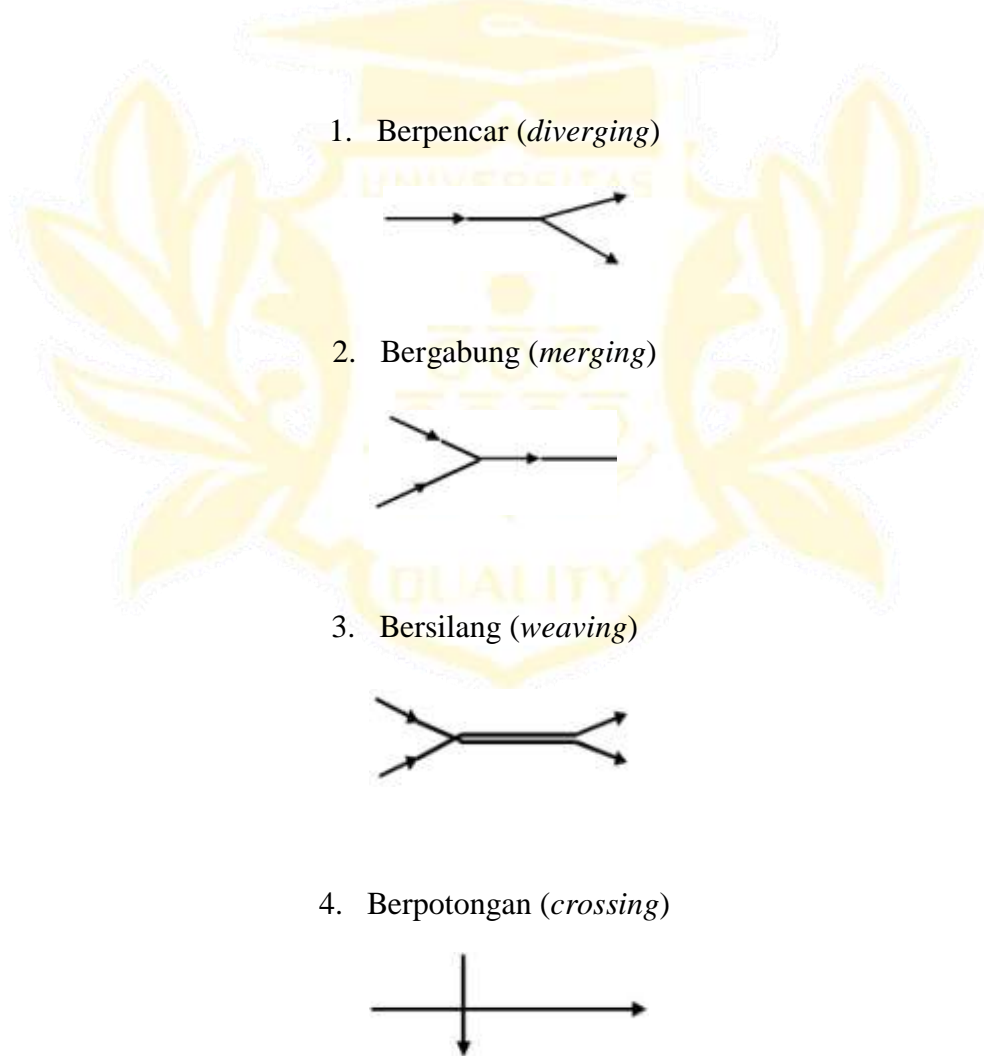
1. Simpang tanpa sinyal, dimana pengemudi kendaraan sendiri yang harus memutuskan apakah aman untuk memasuki simpang itu.
2. Simpang dengan sinyal, dimana simpang itu diatur sesuai sistem dengan tiga aspek lampu yaitu merah, kuning, dan hijau.

Yang dijadikan kriteria bahwa suatu simpang sudah harus dipasang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (Dephub, 1998) adalah:

- a. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan simpang rata-rata di atas 750 kendaraan/jam, terjadi secara kontinu 8 jam sehari.
- b. Waktu tunggu atau hambatan rata-rata kendaraan di simpang melampaui 30 detik.
3. Simpang digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam, terjadi secara kontinu 8 jam sehari.
4. Sering terjadi kecelakaan pada simpang yang bersangkutan.
5. Pada daerah yang bersangkutan dipasang suatu sistem pengendalian lalu lintas terpadu (*Area Traffic Control System / ATCS*), sehingga setiap simpang yang termasuk didalam daerah yang bersangkutan harus dikendalikan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas.

Syarat-syarat yang disebut diatas tidak baku dan dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat. Simpang bersinyal umumnya dipergunakan dengan beberapa alasan antara lain.

1. Menghindari kepadatan simpang, mengurangi jumlah kecelakaan akibat adanya konflik arus lalu lintas yang saling berlawanan, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Memberi kesempatan kepada para pejalan kaki untuk dengan aman dapat menyeberang. Tujuan utama perencanaan simpang adalah mengurangi konflik antar kendaraan bermotor serta tidak bermotor (gerobak, sepeda) dan penyediaan fasilitas yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan keselamatan terhadap pemakai jalan yang melalui simpang. Menurut Departemen P.U. (1997) terdapat empat jenis dasar dari alih gerak kendaraan yang berbahaya seperti berikut :



Gambar 2.1 Pergerakan Lalu Lintas Pada Simpang

Karakteristik simpang tidak bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut :

1. Pada umumnya digunakan di daerah pemukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk simpang antara jalan setempat yang arus lalu lintasnya rendah.
2. Untuk melakukan perbaikan kecil pada geometrik simpang agar dapat mempertahankan tingkat kinerja lalu lintas yang di inginkan.

Dalam perencanaan simpang tidak bersinyal disarankan sebagai berikut :

- a) Sudut simpang harus mendekati 90° demi keamanan lalu lintas.
- b) Harus disediakan fasilitas agar gerakan belok kiri dapat dilepaskan dengan konflik yang terkecil terhadap gerakan kendaraan yang lain.
- c) Lajur terdekat dengan kerb harus lebih lebar dari yang biasa untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak bermotor.
- d) Lajur membelok yang terpisah sebaiknya di rencanakan menjauhi garis utama lalu lintas, panjang lajur membelok harus mencukupi untuk mencegah antrian terjadi pada kondisi arus tinggi yang dapat menghambat pergerakan pada lajur terus.
- e) Pulau lalu lintas tengah harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk memudahkan pejalan kaki menyebrang.
- f) Jika jalan utama memiliki median, sebaiknya paling sedikit lebarnya 3 – 4 m, untuk memudahkan kendaraan dari jalan kedua menyebrang dalam 2 langkah (tahap).
- g) Daerah konflik simpang sebaiknya kecil dan dengan lintasan yang jelas bagi gerakan yang berkonflik.

2.3 Prosedur Perhitungan Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Secara lebih rinci, prosedur perhitungan analisis kinerja simpang tak bersinyal meliputi formulir-formulir yang digunakan untuk mengetahui kinerja simpang pada simpang tidak bersinyal adalah sebagai berikut :

1. Formulir USIG-I Geometri dan arus lalu lintas.
2. Formulir USIG-II, analisis mengenai lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas dan perilaku lalu lintas.

2.3.1 Data Masukan

Disini akan diuraikan secara rinci tentang kondisi-kondisi yang diperlukan untuk mendapatkan data masukan dalam menganalisis simpang tidak bersinyal diantaranya adalah:

1. Kondisi Geometrik

Sketsa pola geometrik jalan yang dimasukkan ke dalam formulir. USIG-I. Harus dibedakan antara jalan utama dan jalan minor dengan cara pemberian nama. Untuk simpang lengan empat, jalan yang menerus selalu dikatakan jalan utama. Pada sketsa jalan harus diterangkan dengan jelas kondisi geometrik jalan yang dimaksud seperti lebar jalan, lebar bahu, dan lain-lain.

2. Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas yang dianalisa ditentukan menurut Arus Jam Rencana atau Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan dengan faktor k yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam. Pada survei tentang kondisi lalu lintas ini, sketsa mengenai arus lalu lintas sangat diperlukan terutama jika akan merencanakan perubahan sistem pengaturan simpang dari tidak bersinyal ke simpang bersinyal maupun sistem satu arah.

3. Kondisi Lingkungan

Berikut data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan:

A. Kelas ukuran kota

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta jiwa)
Sangat kecil	$< 0,1$
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$
Sangat besar	$\geq 3,0$

Sumber: Departemen PU (1997)

B. Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan buatan Tabel 2.2

Tabel 2.2 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan Kendaraan
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb)

Sumber: Departemen PU (1997)

C. Kelas hambatan samping

Akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

Menurut MKJI 1997, hambatan samping disebabkan oleh empat jenis kejadian yang masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas, yaitu:

- a. Pejalan kaki : bobot = 0,5
- b. Kendaraan : bobot= 1,0
- c. Parkir/berhenti : bobot = 1,7
- d.kendaraan keluar masuk : bobot = 0,4

Frekuensi tiap kejadian hambatan samping dicacah dalam rentang 100 meter ke kiri dan kanan potongan melintang yang diamati kapasitasnya lalu dikalikan dengan bobotnya masing-masing.

2.3.2 Perhitungan Arus Lalu Lintas dalam smp

1. Klasifikasi data arus lalu lintas per jam masing-masing gerakan di konversi ke dalam smp/jam dengan mengalikan jumlah kendaraan dan nilai emp yang tercatat pada formulir. LV (Arus kendaraan ringan); 1,0; HV (Arus kendaraan berat); 1,3; MC (Arus sepeda motor); 0,5.
2. Data arus lalu lintas per jam (bukan klasifikasi) tersedia untuk masing-masing gerakan, beserta informasi tentang komposisi lalu lintas keseluruhan dalam %.

$$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%) / 100 \quad (2.1)$$

Dimana :

F_{smp} = Faktor dari nilai smp dan komposisi arus.

LV% = Persentase total arus kendaraan ringan.

HV% = Persentase total arus kendaraan berat.

MC% = Persentase total arus sepeda motor.

2.3.3 Perhitungan Rasio Belok dan Rasio Arus Jalan Minor

Perhitungan arus total

$$Q_{TOT} = A+B+C+D$$

A,B,C,D menunjukkan arus lalu lintas dalam smp/jam.

1. Perhitungan rasio arus minor P_{MI} yaitu arus jalan minor dibagi arus total dan dimasukkan hasilnya pada formulir USIG-I.

$$P_{MI} = Q_{MI} / Q_{TOT}$$

Dimana:

P_{MI} = Rasio arus jalan minor.

Q_{MI} = Volume arus lalu lintas pada jalan minor.

Q_{TOT} = Volume arus lalu lintas pada simpang. 6. Perhitungan rasio arus belok kiri dan belok kanan (P_{LT} , P_{RT})

$$P_{LT} = Q_{LT} / Q_{TOT} ; P_{RT}$$

Dimana:

P_{LT} = Rasio kendaraan belok kiri.

Q_{LT} = Arus kendaraan belok kiri.

Q_{TOT} = Volume arus lalu lintas total pada simpang.

P_{RT} = Rasio kendaraan belok kanan.

Q_{RT} = Arus kendaraan belok kanan.

Perhitungan rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kendaraan/jam .

$$P_{UM} = Q_{UM} /$$

Dimana:

P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor.

Q_{UM} = Arus kendaraan tak bermotor.

Q_{TOT} = Volume arus lalu lintas total pada simpang.

2.3.4 Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal

Kapasitas adalah kemampuan suatu ruas jalan melewatkan arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas total untuk seluruh pendekat simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_o) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas.

Kapasitas dihitung dari rumus berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{RSU} \times F_{LT}$$

Dimana:

C = Kapasitas

C_o = Nilai kapasitas dasar.

F_w = Faktor penyesuaian lebar pendekat.

F_m = Faktor penyesuaian median jalan mayor.

F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri.

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan.

F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor.

1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Pengukuran lebar pendekat dilakukan pada jarak 10 meter dari garis imajiner yang menghubungkan jalan yang berpotongan, yang dianggap sebagai mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat. Perhitungan lebar pendekat rata-rata adalah jumlah lebar pendekat pada simpang dibagi dengan jumlah lengan yang terdapat pada simpang tersebut. Parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisa kapasitas Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC} , W_{BD} dan lebar rata-rata pendekat W_I . (simpang empat lengan)

a) Perhitungan lebar rata-rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama .

$$W_{AC} = (W_A + W_C) / 2 ; W_{BD} = (W_B + W_D) / 2$$

Dimana :

W_{AC} = Lebar pendekat jalan minor.

W_{BD} = Lebar pendekat jalan mayor.

W_I = Lebar pendekat jalan rata-rata.

b) Perhitungan lebar rata-rata pendekat.

$$W_I = (W_A + W_C + W_B + W_D) / \text{jumlah lengan simpang}$$

Pada perhitungan ini, ditentukan sesuai dengan kode simpang dengan jumlah lengan simpang, jumlah lajur jalan minor, dan lajur jalan utama.

2. Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai kapasitas ditentukan berdasarkan tipe simpang yang akan dijelaskan dalam Tabel 2.3.

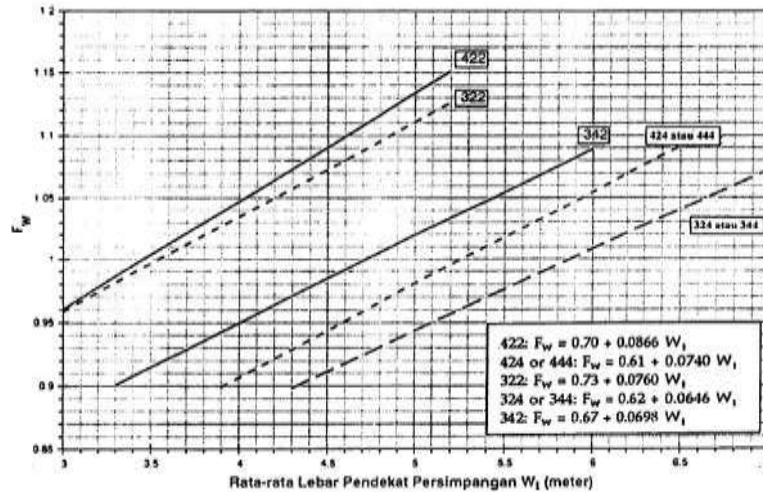
Tabel 2.3 Kapasitas Dasar Tipe Simpang

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

Sumber: Departemen PU (1997)

3. Faktor Penyesuain Lebar Pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar pendekat dihitung berdasarkan variabel input lebar pendekat (W₁) dan tipe simpang.



Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.2 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Faktor penyesuain ini hanya digunakan untuk jalan utama dengan 4 lajur. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama.

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuain median (F _M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,25
Ada median jalan utama, lebar ≥ 3 m	Lebar	1,20

Sumber : Departemen PU (1997)

5. Faktor Penyesuain Ukuran Kota (F_c)

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor penyesuain ukuran kota dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Ukuran kota	Penduduk (juta)	Faktor Penyesuaian Median (Fcs)
Sangat kecil	$< 0,1$	0,82
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$	0,88
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$	0,94
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$	1,00
Sangat besar	$\geq 3,0$	1,05

Sumber : Departemen PU (1997)

6. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{SF}), Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, F_{RSU} dihitung dengan menggunakan tabel 2.7. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})

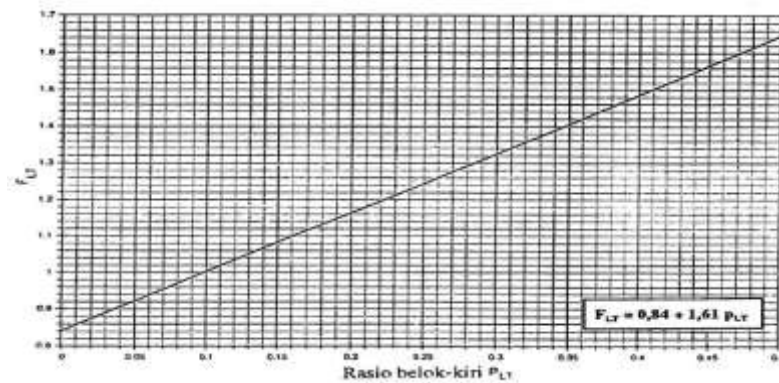
Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Kelas Tipe Lingkungan Jalan RE	Kelas Hambatan Samping SF	Rasio Kendaraan Tak Bermotor P_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi,	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	sedang,						
	Rendah						

Sumber: Departemen PU (1997)

7. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Faktor ini merupakan penyesuaian dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada simpang. Faktor ini dapat dilihat pada grafik.

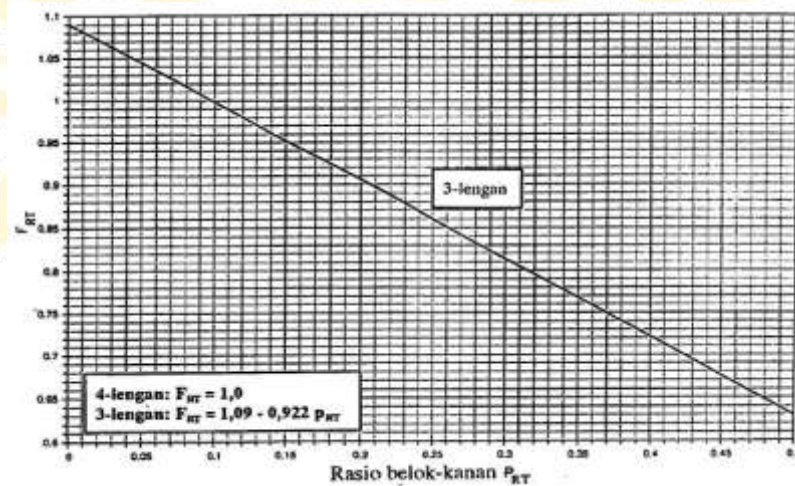


Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.3 Faktor penyesuaian belok kiri

8. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Faktor ini merupakan penyesuaian dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kanan pada simpang. Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4 lengan adalah $F_{RT} = 1.0$ dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

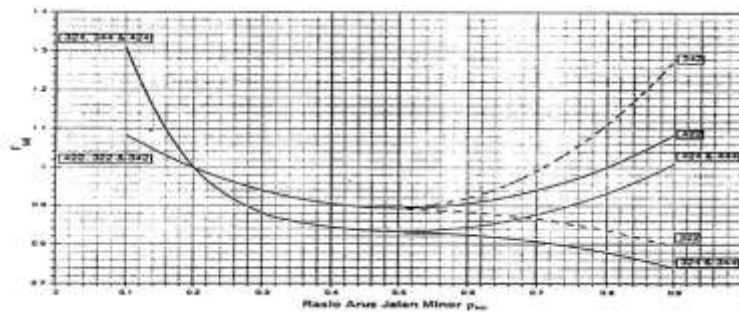


Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.4 Faktor penyesuaian belok kanan

9. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (P_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus minor ditentukan dari Grafik 2.4. Batas nilai yang diberikan untuk P_{MI} pada grafik adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar 2.5 Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

IT	FMI	PMI
422	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + 1,19$	0,1 - 0,9
424	$16,6 \times \text{PMI}^4 - 33,3 \times \text{PMI}^3 + 25,3 \times \text{PMI}^2 - 8,6 \times \text{PMI} + 1,95$	0,1 - 0,3
444	$1,11 \times \text{PMI}^2 - 1,11 \times \text{PMI} + 1,11$	0,3 - 0,9
322	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + 1,19$	0,1 - 0,5
	$0,595 \times \text{PMI}^2 + 0,59 \times \text{PMI} + 0,74$	0,5 - 0,9
342	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + \text{PMI} + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times \text{PMI}^2 - 2,38 \times \text{PMI}^3 + 1,49$	0,5 - 0,9
324	$16,6 \times \text{PMI}^4 - 33,3 \times \text{PMI}^3 + 25,3 \times \text{PMI}^2 - 8,6 \times \text{PMI} + 1,95$	0,1 - 0,3
344	$1,11 \times \text{PMI}^2 - 1,11 \times \text{PMI} + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times \text{PMI}^2 + 0,555 \times \text{PMI} + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber: Departemen P.U (1997)

2.3.5 Derajat kejenuhan (DS=Degree of Saturation)

Yang dimaksud dengan derajat kejenuhan adalah hasil arus lalu lintas terhadap kapasitas biasanya dihitung perjam. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \text{DS} &= (Q_v \cdot P) / C \\ \text{DS} &= Q_p / C \end{aligned}$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q_p = Total arus aktual (smp/jam).

Q_v = Total lalu lintas yang masuk (kendaraan/jam).

P = Faktor smp.

C = Kapasitas aktual.

2.4 Fasilitas Pengaturan pada Simpang Tidak Bersinyal

Fasilitas pengaturan lalu lintas pada ruas jalan dan simpang sangat berperan dalam menciptakan ketertiban, kelancaran dan keamanan bagi lalu lintas jalan raya, sehingga keberadaannya sangat dibutuhkan untuk memberikan petunjuk dan pengarahan bagi pemakai jalan raya. Pengaturan lalu lintas tersebut adalah rambu dan marka jalan.

2.4.1 Rambu

Sesuai dengan fungsinya maka rambu-rambu dapat dibedakan dalam tiga golongan, yaitu :

1. Rambu peringatan

Rambu ini memberikan peringatan pada pemakai jalan, adanya kondisi pada jalan atau sebelahnya yang berbahaya untuk operasional kendaraan.

2. Rambu Pengatur (*Regulatory Devices*)

Rambu jenis ini berfungsi memberikan perintah dan larangan bagi pemakai jalan berdasarkan hukum dan peraturan, yang dipasang pada tempat yang ditentukan larangan tersebut berarti pelanggaran dan dapat diberikan sanksi hukum.

3. Rambu Petunjuk (*Guiding Devices*)

Rambu ini berfungsi untuk memberikan petunjuk atau informasi kepada pemakai jalan tentang arah, tujuan kondisi daerah ini.

2.4.2 Marka jalan

Marka lalu lintas adalah semua garis-garis, pola-pola, kata-kata warna atau benda-benda lain (kecuali rambu) yang dibuat pada permukaan bidang dipasang atau diletakkan pada permukaan atau peninggian atau pada benda-benda di dalam atau berdekatan pada jalan, yang dipasang secara resmi dengan maksud untuk mengatur, memperingatkan, atau memberi pedoman pada lalu lintas.

2.5 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu ruas jalan pada periode waktu tertentu. Biasanya jumlah kendaraan ini dikelompokkan berdasarkan masing-masing jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (*Light Vehicle=LV*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle=HV*), sepeda motor (*Motorcycle=MC*) dan (*Unmotorized=UM*) kendaraan yang tidak bermotor (Departemen P.U, 1997).

Kendaraan ringan meliputi mobil penumpang, opelet, mikrobis, pick-up, dan truk kecil.

1. Kendaraan berat meliputi truk besar dan bus besar dengan 2 (dua) gandar dan truk besar dan bus besar dengan 3 (tiga) gandar atau lebih.
2. Sepeda motor dan Kendaraan tak bermotor meliputi gerobak, sepeda, sepeda barang.