

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik yang sebidang maupun yang tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan saling berpotongan. Persimpangan merupakan faktor yang penting didalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan. Persimpangan dapat dibagi atas dua jenis yaitu (Morlok, 1991) :

a. Persimpangan Sebidang

Persimpangan Sebidang adalah pertemuan antara dua atau lebih jalan dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama. Desain persimpangan sebidang ini berbentuk huruf T, huruf Y, persimpangan empat kaki, serta persimpangan berkaki banyak.

b. Persimpangan Tak Sebidang

Persimpangan Tak Sebidang adalah suatu persimpangan dimana jalan yang satu dengan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya. Pengaturan persimpangan dilihat dari segi kontrol kendaraannya dapat dibedakan menjadi dua (Alamsyah, 2005) yaitu :

1. Pengaturan Simpang Dengan Sinyal Lalu Lintas

Pada persimpangan ini kendaraan yang memasuki persimpangan sudah diatur menggunakan lampu lalu lintas. Kriteria suatu persimpangan harus dipasang alat

pemberi sinyal lalu lintas adalah (Dirjen Perhubungan Darat, 1999) :

- a. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan persimpangan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam selama 8 jam sehari.
- b. Waktu tunggu atau hambatan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik.
- c. Persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki / jam selama 8 jam sehari.
- d. Sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan.

2. Pengaturan Simpang Tanpa Sinyal Lampu Lalu Lintas

Pada persimpangan-persimpangan tak bersinyal ditempatkan rambu dan marka jalan.

untuk mengatur arus lalu lintas. Adapun perbedaan antara rambu dan marka adalah terletak pada penempatannya di lapangan, rambu terpancang pada sisi jalan untuk mengatur arus lalu lintas. Adapun perbedaan antara rambu dan marka adalah terletak pada penempatannya di lapangan, rambu terpancang pada sisi jalan.

Adapun perbedaan antara rambu dan marka adalah terletak pada penempatannya di lapangan, rambu terpancang pada sisi jalan seperti rambu yield, sedangkan marka terdapat pada perkerasan seperti zebra cross

2.2 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (smp) adalah satuan yang biasa dipakai dalam perencanaan lalu lintas untuk menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan. Besarnya satuan mobil penumpang yang direkomendasikan sesuai hasil penelitian dalam IHCM adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Faktor Satuan Mobil Penumpang

No	Jenis Kendaraan	Nilai Emp untuk tiap tipe kendaraan
1	Kendaraan Bermotor (MC)	0,5
2	Kendaraan Ringan (LV)	1,0
3	Kendaraan Berat (HV)	1,3

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

Keterangan :

MC : Motor Cycle yaitu kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda.

LV : Light Vehicle (kendaraan ringan) yaitu kendaraan bermotor dua as dengan empat roda, meliputi mobil penumpang, oplet, mikro bis, pick up.

HV : Heavy Vehicle (kendaraan berat) yaitu kendaraan bermotor lebih dari empat roda, meliputi bus, truck dua as, truck tiga as atau truck kombinasi.

2.3 Konflik di Persimpangan

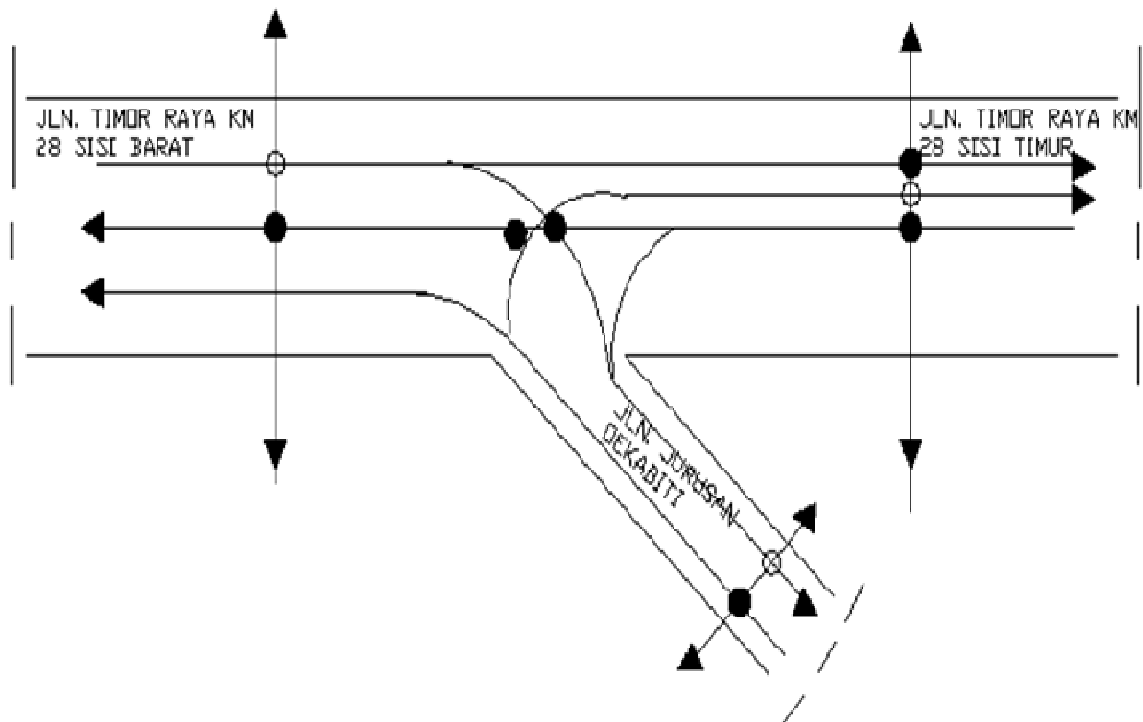
Persimpangan adalah pertemuan atau perpotongan antara dua jalan atau lebih. Persimpangan juga dapat diartikan sebagai tempat arus lalu lintas berkumpul dan menyebar yaitu pada saat memasuki persimpangan maupun meninggalkan persimpangan. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) konflik di persimpangan dibagi atas dua tipe yaitu :

1. Konflik primer

Konflik primer adalah konflik antara arus lalu lintas dari arah memotong.

2. Konflik sekunder

Konflik sekunder adalah konflik antara arus lalu lintas kanan dan arus lalu lintas arah lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.



Keterangan:

● : Konflik Primer

⊕ : Konflik Sekunder

Gambar 2.1 Konflik Primer dan Sekunder Pada Simpang Tiga Lengan

2.4 Kapasitas Persimpangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas persimpangan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) adalah sebagai berikut :

1. Kondisi geometrik persimpangan

Geometrik persimpangan harus dirancang dengan baik sehingga dapat mengarahkan pergerakan lalu lintas ke dalam lintasan yang sangat aman dan efisien, dan dapat memberikan waktu yang cukup bagi para pengemudi untuk membuat keputusan-keputusan yang dipakai dalam mengendalikan kendaraannya.

2. Kondisi lalu lintas

Kapasitas dipersimpangan sangat dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas setempat yaitu arus terganggu dan arus tidak terganggu, seperti jalan lurus (ST) , belok kiri (LT), belok kanan (RT).

3. Kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan dipersimpangan akan mempengaruhi kapasitas persimpangan, seperti letak persimpangan berada diantara lingkungan pemukiman, pasar, dan pertokoan. Faktor-faktor kondisi lingkungan yang sangat mempengaruhi tingkat pelayanan jalan di persimpangan antara lain :

a. Kelas ukuran kota

Dalam menentukan kelas ukuran kota maka diperlukan data masukan perkiraan jumlah penduduk di wilayah perkotaan dalam jutaan. Untuk menentukan kelas ukuran kota dapat dilihat pada tabel 2.2. di bawah ini.

Tabel 2.2 .Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)
Sangat Kecil	<0,1
Kecil	0,1-0,5
Sedang	0,5--1,0
Besar	1,0 – 3,0
Sangat Besar	>3,0

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

b. Tipe lingkungan

Lingkungan jalan diklasifikasikan menurut kelasnya yang menunjukkan tata guna lahan dan kemudahan memasuki jalan tersebut dari kegiatan disekitarnya. Tipe lingkungan dapat ditetapkan secara kualitatif dengan menggunakan tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3. Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan Jalan	Tata Guna Lahan
Komersial	Perkantoran, pertokoan, rumah makan.
Pemukiman	Rumah tinggal dan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas.

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

c. Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyebrangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti unttuk menaikn dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur.

Tabel 2.4 faktor bobot hambatan samping untuk jalan luar kota

Komponen hambatan samping	simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0,6
Kendaraan parkir, berhenti	PSV	0,8
Kendaraan masuk keluar sisi jalan	EEV	1,0
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

Hambatan samping ditentukan secara kuantitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas dengan kategori sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi

Tabel 2.5 Penentuan Kelas Hambatan Samping untuk jalan luar kota

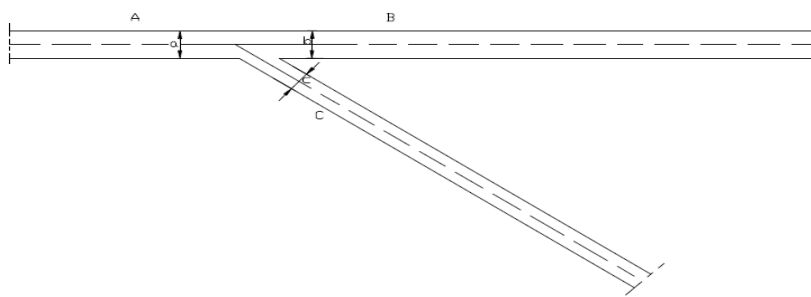
Kelas hambatan samping (SFC)	simbol	Jumlah berbobot kejadian per 200 m / jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	< 50	Daerah belum berkembang
Rendah	L	50 – 149	Beberapa permukiman dan kegiatan rendah
Sedang	M	150 – 249	Pedesaan, kegiatan permukiman
Tinggi	H	250 – 349	Pedesaan, beberapa kegiatan pasar
Sangat tinggi	VH	>350	Dekat perkotaan, kegiatan pasar atau perniagaan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5 Kapasitas Persimpangan Tanpa Lampu Lalu Lintas

2.5.1 Lebar Pendekat dan Tipe Sim pang

a. Lebar Pendekat



Gambar 2.2 Lebar Tiap Kaki Persimpangan

Rumus untuk menghitung Lebar rata-rata pendekat (W1):

$$W1 = \frac{(a/2+b/2+c/2)}{\text{jumlah lengan simpang}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan: W1: lebar rata-rata pendekat

a: lebar pendekat a (meter)

b: lebar pendekat b (meter)

c: lebar pendekat c (meter)

b. Tipe Persimpangan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1996), jenis-jenis tipe persimpangan ditentukan berdasarkan tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2.6 Tipe Simpang Tak Bersinyal

Kode IT	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.2 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas suatu tipe persimpangan untuk suatu kondisi yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Dengan mengetahui tipe persimpangan maka dapat diketahui nilai kapasitas dasarnya. Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) kapasitas dasar dan tipe persimpangan ditentukan berdasarkan tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7 Nilai kapasitas dasar persimpangan (Co)

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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw)

Penyesuaian lebar pendekat (Fw) diperoleh dari rumus atau grafik di bawah ini

Rumus:

- a. Untuk tipe simpang IT 422

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1 \dots\dots\dots(2.2)$$

- b. Untuk tipe simpang IT 424 atau 444

$$F_w = 0,61 + 0,0740 \times W_1 \dots\dots\dots(2.3)$$

- c. Untuk tipe simpang IT 322

$$F_w = 0,73 + 0,0760 \times W_1 \dots\dots\dots(2.4)$$

- d. Untuk tipe simpang IT 324 atau 344

$$F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1 \dots\dots\dots(2.5)$$

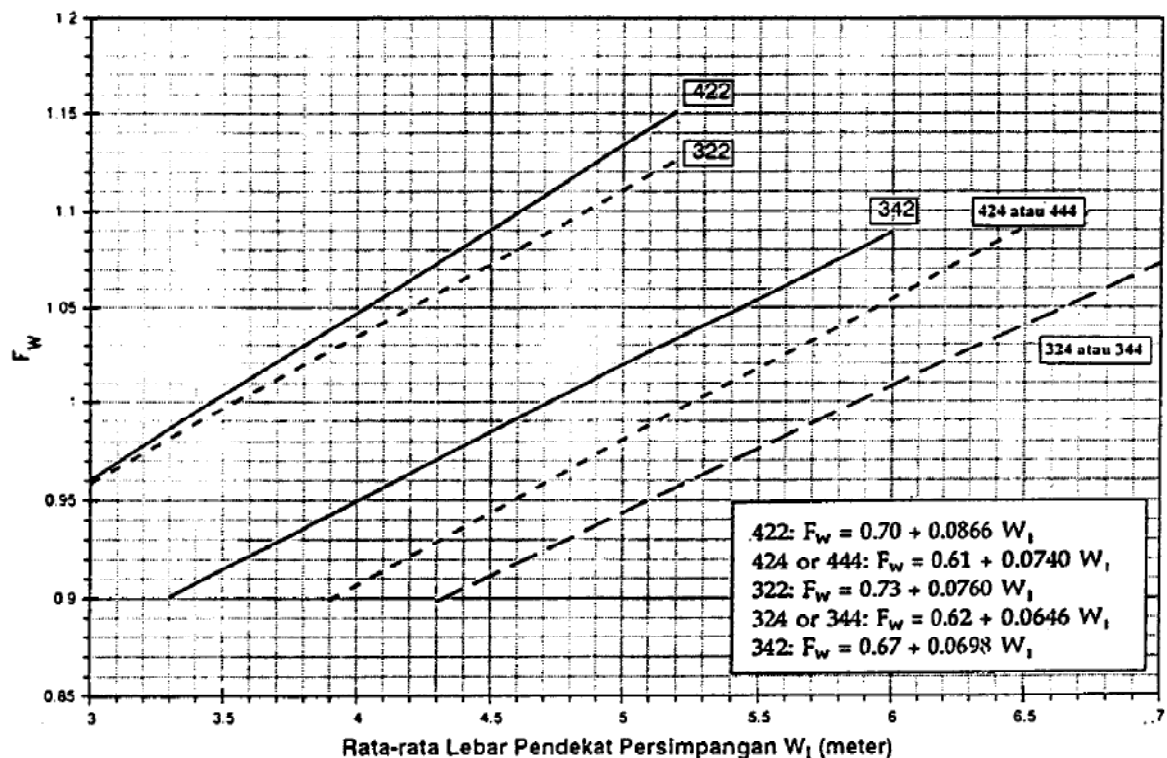
- e. Untuk tipe simpang IT 342

$$F_w = 0,67 + 0,0698 \times W_1 \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

Fw : Faktor penyesuaian lebar pendekat

W1 : Lebar rata-rata pendekat



Grafik 2.1 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)
 Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.4 Faktor Penyesuaian Median Pada Jalan Utama (F_m)

Faktor penyesuaian median jalan utama ditentukan berdasarkan tipe median pada jalan utama. Median dikatakan memenuhi syarat jika kendaraan ringan dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan simpang. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), penentuan faktor koreksi median dapat dilihat pada tabel 2.8 di bawah ini.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Median Pada Jalan Utama

Uraian	Tipe Median	Faktor Penyesuaian Median (F_m)
Tanpa median jalan utama	Tanpa median	1,00
Lebar median jalan utama < 3 meter	Sempit	1,05
Lebar median jalan utama > 3 meter	Lebar	1,20

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Dalam menentukan ukuran kota maka diperlukan data jumlah penduduk pada suatu daerah perkotaan. Menurut manual kapasitas jalan indonesia (MKJI 1997) faktor ukuran kota ditentukan berdasarkan tipe kota dan jumlah penduduk seperti pada tabel 2.9 dibawah ini.

Tabel 2.9 Faktor penyesuaian ukuran kota

Tipe kota	Penduduk (juta)	F_{cs}
Sangat kecil	< 0,1	0,83
Kecil	0,1 – 0,3	0,88
Sedang	0,3 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{rsu})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor dihitung dengan menggunakan tabel di bawah ini. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor

(Pum) = UM / MV. Faktor hambatan samping bervariasi menurut lingkungan persimpangan yang besarnya ditetapkan dalam tabel 2.10

Tabel 2.10 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (Frsu)

Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping Sfc	Rasio kendaraan tak bermotor (Pum)					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>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	0,86	0,82	0,77	0,72
	sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi / sedang / rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Flt)

Faktor penyesuaian belok kiri merupakan faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kiri. Faktor penyesuaian belok kiri dapat dihitung menggunakan rumus atau grafik di bawah ini.

Rumus:

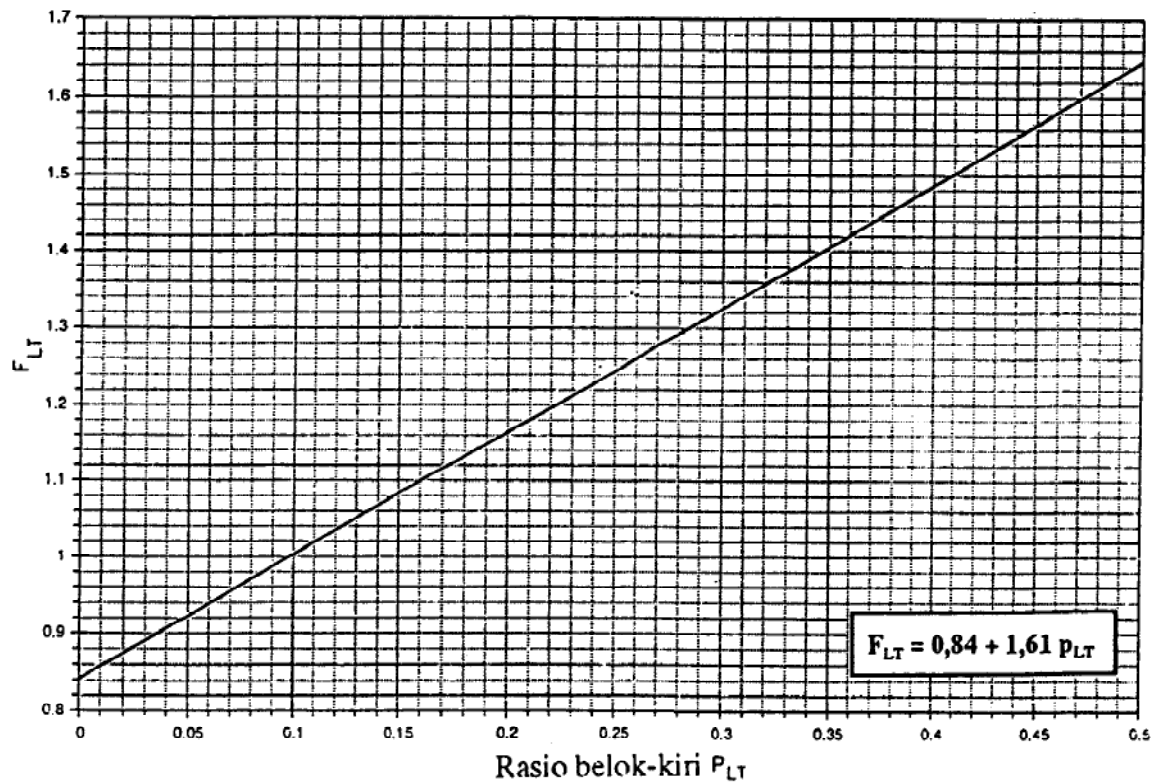
$$Flt = 0,84 + 1,61 Plt \dots\dots\dots(2.7)$$

$$Plt = \frac{\text{Total kendaraan bermotor belok kiri (smp/jam)}}{\text{total volume lalu lintas (smp/jam)}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

Flt: Faktor penyesuaian belok kiri

Plt: Rasio belok kiri



Garafik 2.2 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.8 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Frt)

Faktor penyesuaian belok kanan merupakan faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kanan. Faktor penyesuaian belok kanan dapat di hitung dengan menggunakan rumus ata grafik di bawah ini.

Rumus:

- a. Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 3 lengan

$$\mathbf{Frt = 1,09 - 0,922 \times Prt} \dots\dots\dots(2.9)$$

- b. Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4 lengan

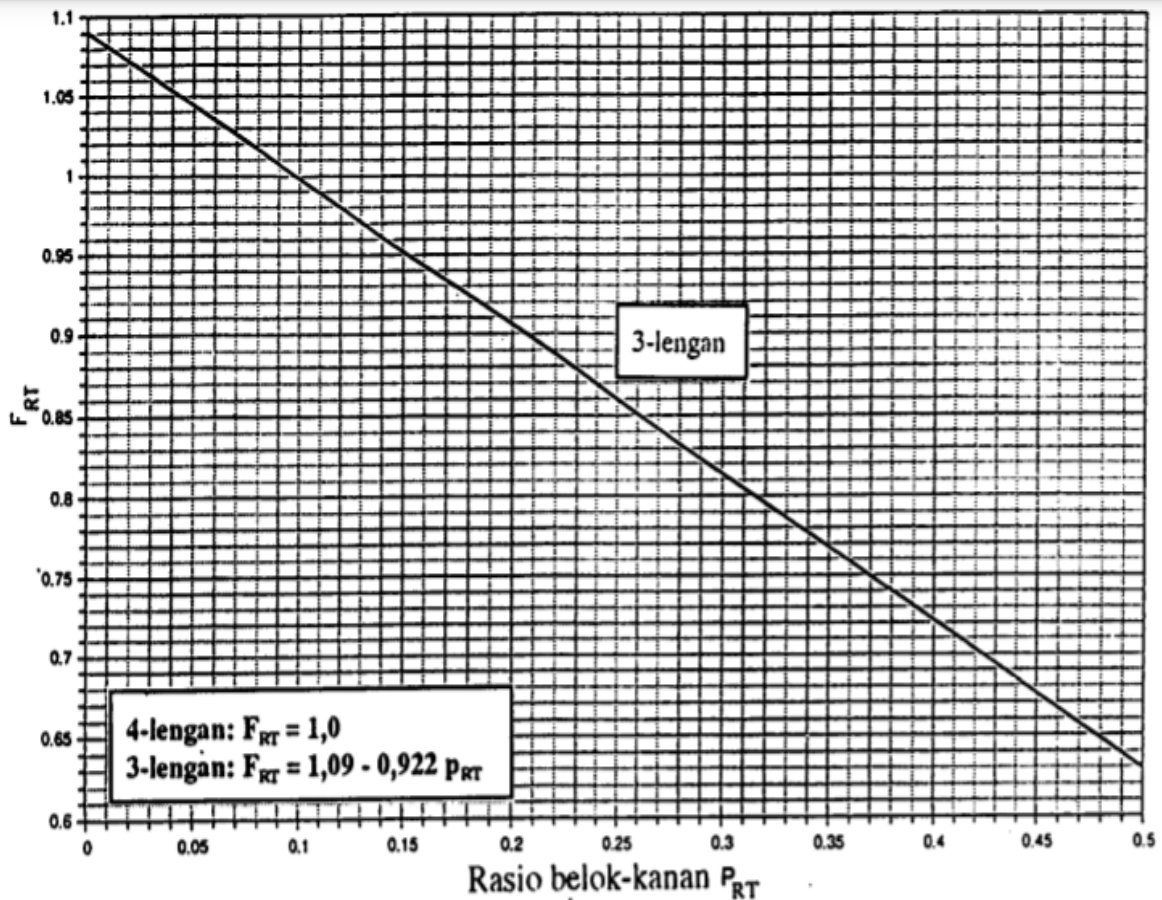
$$\mathbf{Frt = 1,0} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\mathbf{Prt = \frac{Total\ kendaraan\ bermotor\ belok\ kanan\ (smp/jam)}{total\ volume\ lalu\ lintas\ (smp/jam)}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

Frt: Faktor penyesuaian belok kanan

Prt: Rasio belok kanan



Garafik 2.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.9 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi})

Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor dapat di hitung dengan menggunakan rumus 2.13 pada tabel di bawah ini atau menggunakan grafik. Variabel masukan adalah rasio arus jalan minor (P_{mi}) dan tipe simpang.

Untuk menghitung rasio arus jalan minor (P_{mi}) digunakan rumus berikut:

Rumus:

$$P_{mi} = \frac{\text{Total kendaraan bermotor jalan minor (smp/jam)}}{\text{total volume lalu lintas (smp/jam)}} \dots\dots\dots(2.12)$$

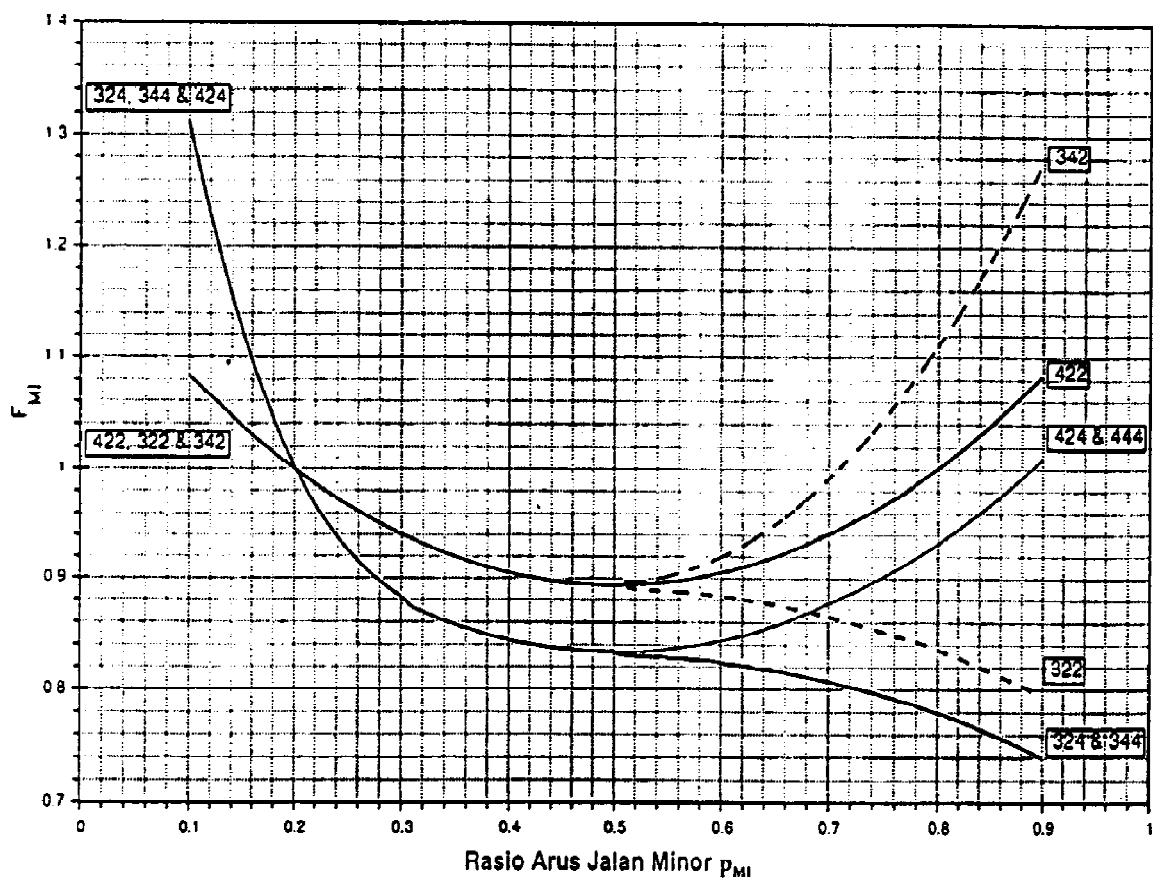
Keterangan:

P_{mi} : rasio arus jalan minor

Rumus : F_{MI} (2.13)

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

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)



Garafik 2.4 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.5.10 Kapasitas

Kapasitas simpang tiga tak bersinyal dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \quad (\text{smp/jam}) \quad \dots(2.14)$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam)

F_w = Faktor penyesuaian lebar pendekat

F_m = Faktor penyesuaian median jalan utama

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

2.6. Perilaku Lalu Lintas

2.6.1 Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

Rumus:

$$DS = \frac{Q_{Total}}{C} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

Q total : Volume lalu lintas total (smp/jam)

C : kapasitas persimpangan (smp/jam)

2.6.2 Tundaan

a. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang,

Untuk menghitung tundaan lalu lintas simpang dapat menggunakan rumus atau grafik di bawah ini.

Rumus:

1. Untuk nilai $DS < 0,6$

$$DT1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots(2.16)$$

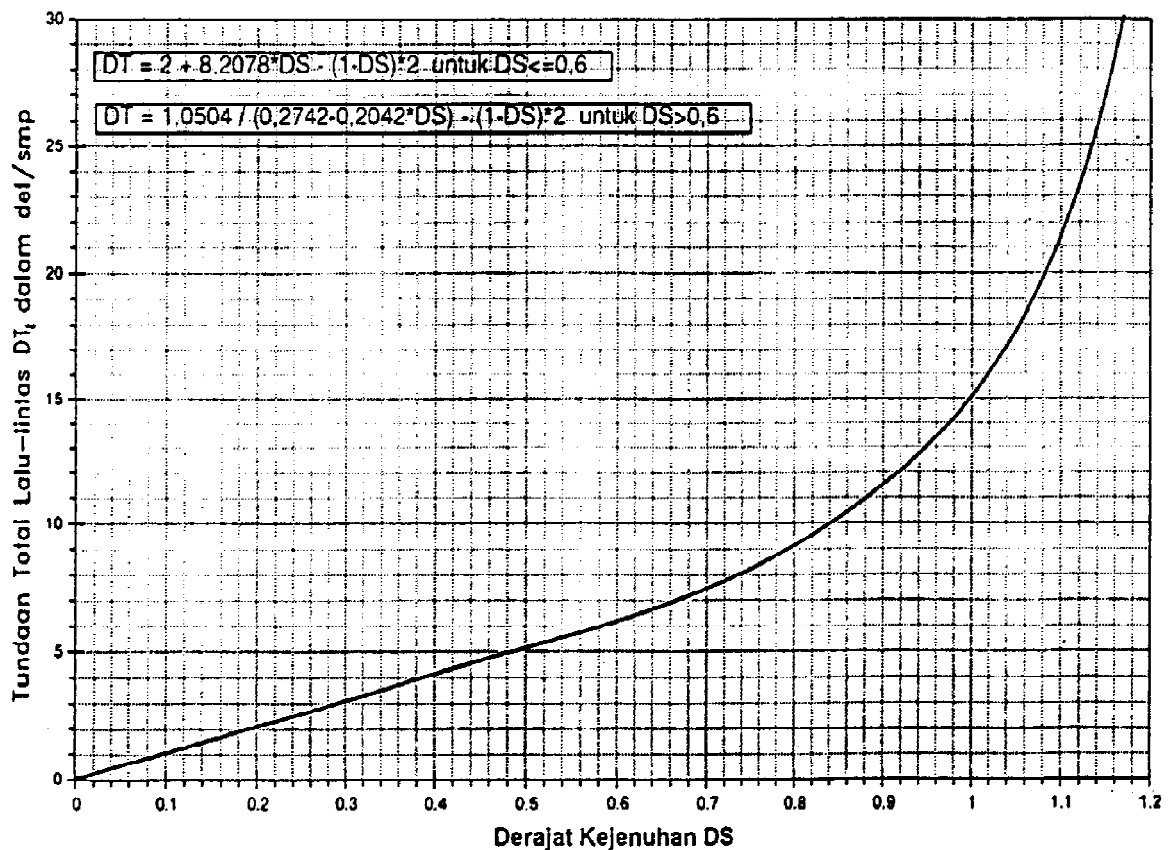
2. Untuk nilai $DS > 0,6$

$$DT1 = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

DT1 : Tundaan lalu lintas simpang

DS : Derajat kejenuhan



Garafik 2.5 Hubungan Antara Tundaan Lalu Lintas Simpang dan Derajat Kejenuhan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

b. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{ma})

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan utama dapat menggunakan rumus atau grafik di bawah ini.

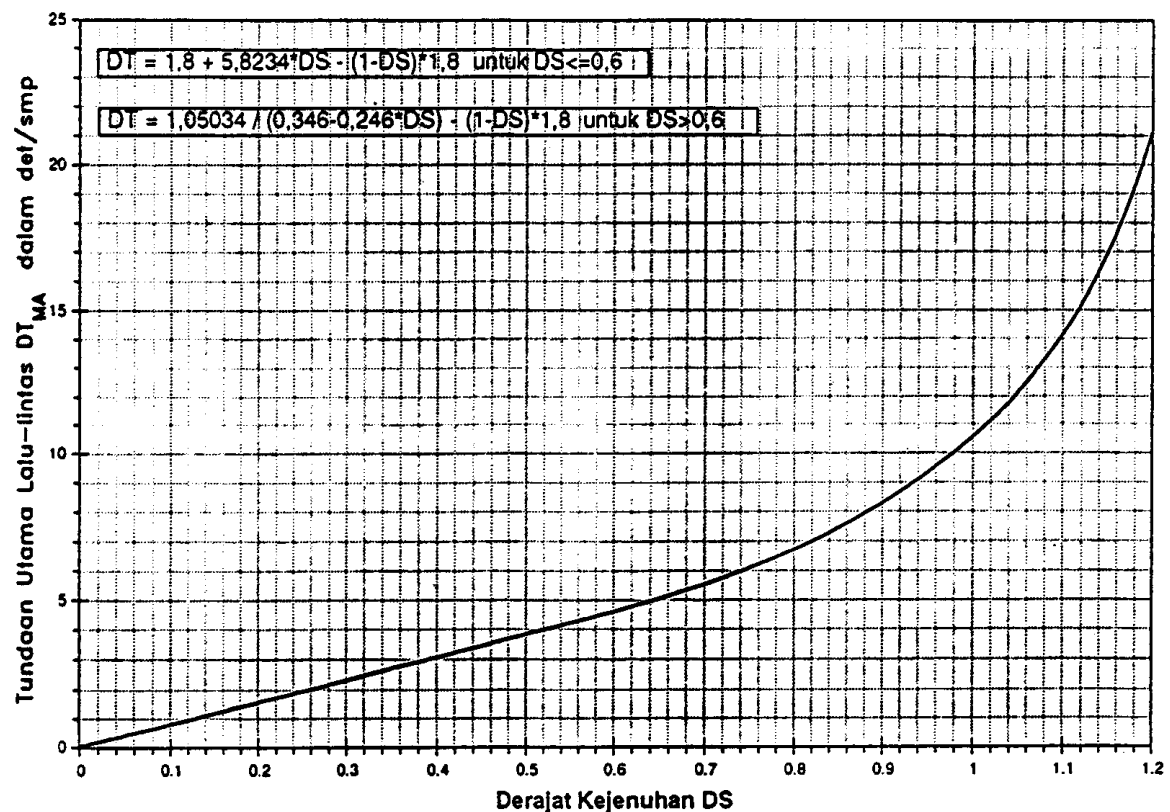
Rumus:

1. Untuk nilai $DS < 0,6$

$$DT_{ma} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(2.18)$$

2. Untuk nilai $DS > 0,6$

$$DT_{ma} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8} \dots\dots\dots(2.19)$$



Garafik 2.6 Hubungan Antara Tundaan Jalan Utama dan Derajat Kejenuhan
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

c. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTmi)

Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan minor dapat menggunakan rumus di bawah ini.

Rumus:

$$DT_{mi} = \frac{(Q_{total} \times DT_1 - Q_{ma} \times DT_{ma})}{Q_{mi}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan:

DTmi : Tundaan lalu lintas jalan minor

Q total : volume lalu lintas total

DT1 : Tundaan Lalu Lintas Simpang

Qma : volume lalu lintas jalan utama

DTma : Tundaan lalu lintas jalan utama

Qmi : volume lalu lintas jalan minor

d. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan geometrik simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

Rumus:

1. Untuk $DS < 1,0$

$$DG = (1 - DS) \times (P_t \times 6 + (1 - P_t) \times 3 + DS \times 4) \quad (\text{det/smp}) \dots\dots\dots(2.21)$$

2. Untuk $DS > 1,0$

$$DG = 4 \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan:

DG : tundaan geometrik simpang

DS : derajat kejenuhan

Pt : rasio belok total

e. Tundaan simpang (D)

Untuk menghitung tundaan simpang dapat menggunakan rumus di bawah ini.

Rumus:

$$D = DG + DT1 \quad (\text{det/smp}) \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan:

DG : tundaan geometrik simpang

DT1 : tundaan lalu lintas simpang

2.6.3 Peluang Antrian

Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan. Untuk menghitung peluang antrian dapat menggunakan rumus atau grafik dibawah ini.

Rumus:

1. Untuk rentang peluang antrian minimum

$$QP \% = 9,02 \times DS + 20,66 \times (DS)^2 + 10,49 \times (DS)^3 \dots\dots\dots(2.24)$$

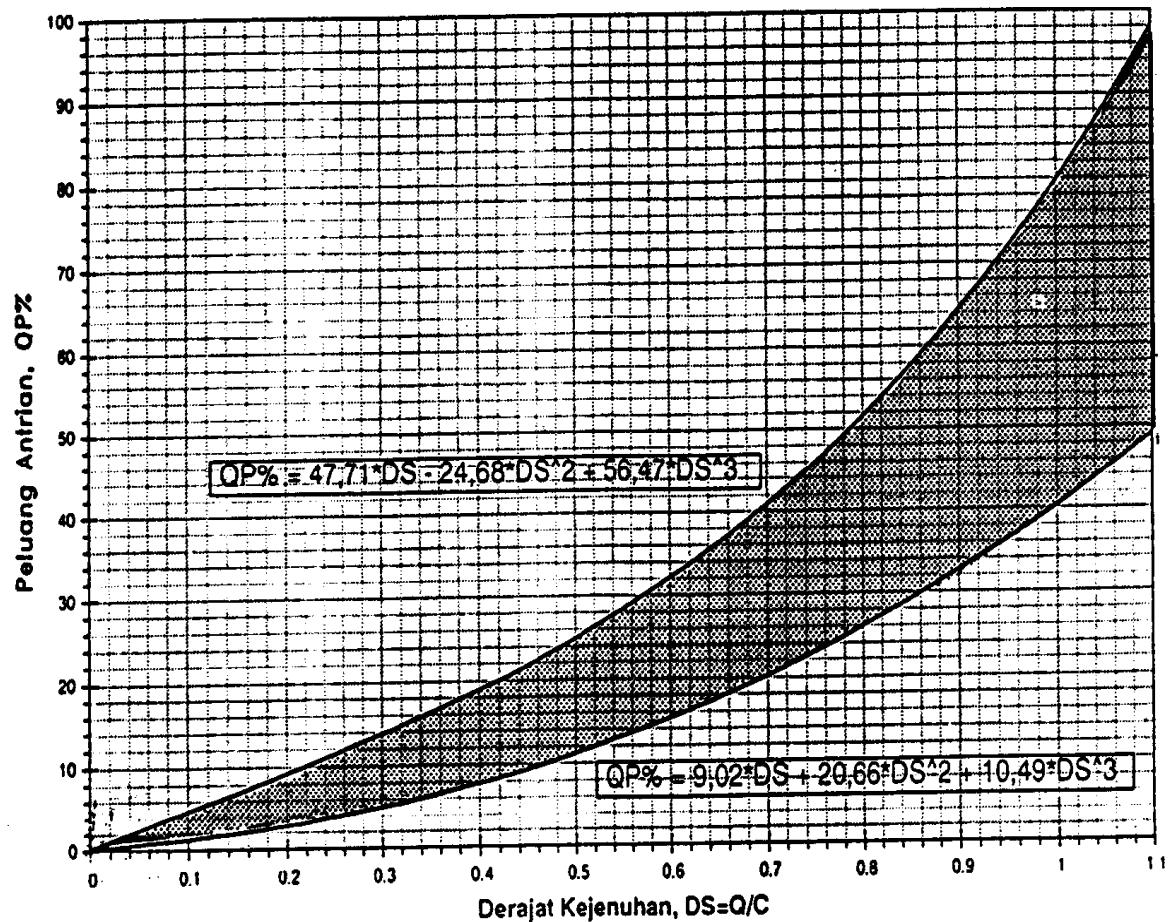
2. Untuk rentang peluang antrian maksimum

$$QP \% = 47,71 \times DS - 24,68 \times (DS)^2 + 56,47 \times (DS)^3 \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan:

QP % : Peluang antrian

DS : Derajat Kejenuhan



Garafik 2.7 Rentang Peluang Antrian Terhadap Derajat Kejenuhan
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

2.7 Kinerja Pelayanan Jalan Pada Persimpangan

Kinerja pelayanan persimpangan ditentukan dari hasil bagi total penundaan untuk tiga pendekat dengan rata-rata arus kendaraan dari tiga pendekat. Untuk mengetahui kategori kinerja pelayanan yang telah ditetapkan oleh Indonesian Highway Capacity Manual 1993 (IHCM 1993) seperti pada tabel 2.11 di bawah ini.

Tabel 2.11 Kategori Kinerja Pelayanan Persimpangan.

Kinerja Pelayanan	Waktu Tundaan (det/smp))	Ciri-Ciri
A	< 5	1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi 2. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan kecepatan maksimum atau minimum dan kondisi fisik jalan.

B	5,1 -15	1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas 2. Kepadatan lalu lintas rendah, hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan. 3. Pengemudi masih memilih kecepatannya dan laju jalan yang digunakan.
C	15,1 – 25	1. Arus satbil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi 2. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat. 3. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
D	25,1 – 40	1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus 2. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar 3. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah.
E	40,1 – 60	1. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah. 2. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi 3. Pengemudi mulai merasakan kemacetan dalam durasi pendek.
F	>60	1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang 2. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume sama dengan kapasitas jalan serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama 3. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun arus turun sampai 0.

Sumber : Indonesian Highway Capacity Manual 1993 (IHCM 1993)

2.8 Fasilitas - fasilitas Pengendalian Persimpangan

2.8.1 Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas adalah rambu atau sarana yang mengatur, mengarahkan dan memperingatkan arus lalu lintas pada tempat yang sesuai. Rambu lalu lintas terdiri dari :

a. Rambu Larangan

Rambu larangan digunakan untuk menyatakan atau mengisyaratkan suatu hal yang dilarang kepada pengguna jalan. Contoh rambu larangan yakni : rambu dilarang masuk, rambu dilarang memutar, rambu dilarang parkir.

b. Rambu Petunjuk

Rambu petunjuk digunakan untuk menyatakan atau mengisyaratkan suatu hal yang dapat menjadi petunjuk kepada pengguna jalan. Contoh rambu petunjuk yakni : rambu petunjuk arah, rambu petunjuk tempat parkir.

c. Rambu Perintah

Rambu perintah digunakan untuk menyatakan atau mengisyaratkan suatu perintah kepada pengguna jalan. Contoh rambu perintah yakni : rambu kecepatan minimum.

d. Rambu Peringatan

Rambu jenis ini digunakan untuk member peringatan kepada pengguna jalan akan kemungkinan ada ancaman atau tempat berbahaya yang akan dilalui. Warna dasar rambu peringatan berwarna kuning dengan lambang atau goresan pena berwarna hitam.

2.8.2 Jalur Pedestrian (Trotoar)

Jalur pedestrian merupakan fasilitas bagi para pejalan kaki dalam melintasi sepanjang jalan. Jalur pedestrian biasanya berada di pinggir jalan dengan membuat lebih tinggi permukaannya dari jalan yang sering disebut trotoar. Tujuan utama jalur pedestrian atau trotoar memberikan kenyamanan dan keamanan bagi para pejalan kaki dan berfungsi dengan baik sebagai jalur pejalan kaki. Jalur pedestrian yang baik memiliki syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Memberi perlindungan dan keamanan bagi pejalan kaki.
- b. Memberikan kemudahan pada pejalan kaki.
- c. Menghubungkan dengan baik satu tempat dengan tempat yang lain.
- d. Memberi kenyamanan saat berjalan bagi pejalan kaki.
- e. Memberi ruang yang cukup luas untuk berjalan kaki, baik saat sendiri atau apabila harus berhadapan dengan pejalan kaki dari arah berlawanan.

- f. Peduli terhadap pejalan kaki yang memiliki keterbatasan (penyandang cacat).
- g. Memperhatikan iklim setempat (misalnya pada iklim tropis, rimbunnya pepohonan membantu melindungi pejalan kaki dari teriknya matahari atau rintiknya hujan)
- h. Menarik atau atraktif dalam membuat rancangan jalur pedestrian (permukaan bidang jalur pedestrian dapat dibuat pola – pola tertentu. Pada beberapa tempat diberi ruang – ruang untuk beristirahat sejenak sebelum meneruskan perjalanan dengan pola yang berbeda sehingga tidak membosankan).

2.8.3 Jembatan Penyebrangan Orang

Jembatan penyebrangan orang adalah jembatan yang letaknya bersilangan dengan jalan raya atau jalur kereta api, letaknya berada diatas kedua objek tersebut dan hanya diperuntukan bagi pejalan kaki yang melintas (menyebrang) jalan raya atau jalur kereta api sehingga alur sirkulasi orang dan lalu lintas kendaraan dipisah secara fisik dan kemungkinan terjadi kecelakaan dapat dikurangi. Pembangunan jembatan penyebrangan disarankan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Bila fasilitas penyebrangan dengan menggunakan zebra cross sudah mengganggu lalu lintas yang ada.
- b. Pada ruas jalan dimana frekuensi terjadinya kecelakaan yang melibatkan pejalan kaki cukup tinggi.
- c. Pada ruas jalan yang mempunyai arus lalu lintas dan arus pejalan kaki yang tinggi, serta arus kendaraan memiliki kecepatan yang tinggi.

2.8.4 Marka Jalan

Marka jalan adalah sejenis rambu atau tanda-tanda yang dibuat dalam bentuk garis, tulisan atau simbol yang diterapkan pada permukaan perkerasan jalan yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas. Marka jalan yang diatur dalam peraturan menteri perhubungan Nomor 34 tahun 2014 ini dapat digolongkan menjadi beberapa jenis antara lain:

- a. Marka garis membujur

Marka garis membujur adalah tanda yang sejajar dengan sumbu jalan dan dapat berupa garis utuh dan garis putus-putus. Marka jalan membujur ini terbagi menjadi beberapa bagian antara lain:

- 1. Marka garis membujur putus-putus

Sesuai dengan namanya, marka garis membujur putus-putus terdiri dari sebuah garis lurus membujur yang terputus-putus. Marka garis membujur putus-putus ini berada

di tengah jalan mengikuti arah jalanan dan berwarna putih atau kuning. Sedangkan untuk fungsinya sendiri selain untuk mengarahkan arus lalu lintas, marka jenis ini juga berfungsi untuk memperingatkan bahwa akan ada marka putus-putus di depan.

Pengemudi kendaraan baik roda dua maupun roda empat diperbolehkan untuk melintas di atas marka garis membujur putus-putus ini. Contohnya ketika pengemudi ingin mengambil jalur kanan untuk mendahului kendaraan yang ada didepannya.



Gambar 2.3 Marka Garis Membujur Putus–Putus

2. Marka garis membujur utuh (tidak terputus-putus)

Marka garis membujur utuh atau disebut juga sebagai marka utuh ini terbentuk berdasarkan sebuah garis lurus membujur yang utuh atau tidak terputus-putus. Terletak di tengah atau disisi jalan sebagai pembatas dan warnanya bisa berupa putih atau kuning. Marka garis membujur utuh ini juga berfungsi sebagai pengarah arus lalu lintas di jalan raya. Namun tidak seperti marka putus-putus, marka garis membujur utuh ini tidak boleh diperkenalkan pengemudi untuk mendahului.

Hal tersebut dikarenakan marka jalan ini biasanya terletak pada daerah-daerah yang dirasa berbahaya atau rawan terjadi kecelakaan, seperti di jembatan, tanjakan, turunan, tikungan, bahu jalan dan lain-lain.

3. Marka putus-putus menjelang utuh

Marka putus-putus menjelang utuh sebenarnya adalah pertemuan ujung kedua jenis marka diatas, yakni marka garis membujur utuh serta marka garis membujur putus-putus. Selama masih berada di wilayah marka garis membujur putus-putus, maka pengemudi masih diperkenankan untuk melintasinya atau mendahului kendaraan yang berada didepannya jika kondisi memungkinkan. Namun, bila sudah memasuki wilayah marka garis membujur utuh, maka seluruh pengemudi kendaraan dilarang untuk melintasi marka garis ini atau mendahului kendaraan yang ada di depannya.

4. Marka garis ganda (putus-putus dan utuh)

Marka garis ganda putus-putus dan utuh adalah jalan yang terdiri dari dua buah marka garis, yakni garis putus-putus dan garis utuh. Marka garis ganda dibuat menjadi dua buah garis karena kedua sisi jalan membutuhkan pengaturan marka jalan yang berbeda. Pengemudi yang berada pada sisi marka garis putus-putus diperbolehkan untuk melintasi marka jalan tersebut. Sedangkan pengemudi yang berada pada sisi marka garis utuh tidak diperbolehkan untuk melintasi marka jalan tersebut.

5. Marka garis ganda (Dua garis utuh)

Marka garis ganda jenis ini hampir serupa dengan marka garis ganda utuh dan putus-putus karena terdiri dari dua buah. Fungsi dari marka garis ganda dengan dua garis utuh ini hampir serupa dengan marka garis membujur utuh. Pengemudi dilarang melintasi marka jalan jenis ini, baik pengemudi yang berada disisi kanan jalan maupun pengemudi yang berada disisi sebelah kiri jalan.

b. Marka garis melintang

Marka garis melintang adalah marka yang dibuat tegak lurus dengan sumbu jalan raya. Manfaat marka garis melintang yaitu sebagai tanda peringatan berhenti atau menurunkan kecepatan kendaraan untuk beberapa waktu. Selain itu, marka garis melintang ini juga bermanfaat untuk menguatkan fungsi dari lampu lalu lintas atau rambu lalu lintas yang ada di sekitarnya. Marka jalan melintang ini sering kali dapat kita temukan pada persimpangan jalan 2 arah, marka melintang pada persimpangan jalan searah dengan 2 jalur, marka melintang pada persimpangan jalan searah dengan tiga jalur, marka melintang pada zebra cross, dan beberapa tempat lainnya. Berdasarkan keutuhan garisnya marka jalan melintang dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

1. Marka garis melintang utuh (tidak terputus)

Sesuai dengan namanya, marka garis melintang utuh adalah jenis marka melintang yang terdiri dari sebuah garis utuh tak terputus dan dibuat tegak lurus dengan sumbu jalan raya atau marka garis membujur. Fungsi dari marka garis melintang utuh ini adalah menguatkan fungsi dari rambu lalu lintas stop atau lampu lalu lintas (traffic light) sekaligus berfungsi sebagai tanda pembatas berhenti kendaraan. Marka garis melintang utuh tentu seringkali ditemukan di jalanan. Biasanya, marka garis melintang utuh diletakan di tempat-tempat yang mengharuskan kendaraan untuk berhenti sejenak, misalnya zebra cross, perlintasan kereta api, lampu lalu lintas dan lain sebagainya.

2. Marka garis melintang putus-putus

Marka garis melintang putus-putus adalah jenis marka garis melintang yang terbentuk berdasarkan garis putus-putus dengan posisi tegak lurus dengan sumbu jalan raya. Marka garis melintang putus-putus berfungsi sebagai garis tanda berhenti kendaraan ketika mengutamakan kendaraan lain melaju lebih dahulu atau untuk memperkuat fungsi rambu hati-hati.

c. Marka Serong

Marka serong merupakan marka jalan yang berbentuk garis utuh dan sedikit menyerong. Fungsi dari marka serong yaitu sebagai pembatas wilayah jalan yang tidak termasuk jalur lalu lintas pada jalanan.

d. Marka Lambang

Marka lambang ini memiliki arti tersendiri dengan tujuan menunjukkan perintah, larangan, ataupun peringatan akan situasi jalan. Ada pula jenis marka lambang yang berbentuk tulisan yang menegaskan kondisi dari sebuah jalanan. Marka lambang jenis ini dinamakan marka tulisan salah satu contohnya adalah marka tulisan pada zona selamat sekolah.

e. Zebra cross

Zebra cross merupakan jenis marka jalan yang berbentuk beberapa garis membujur yang berwarna putih dan hitam. Zebra cross berfungsi sebagai sarana bagi pejalan kaki untuk menyebrang jalan raya. Ukuran garis membujur dalam zebra cross diharuskan memiliki ketebalan sebesar 30 cm dengan panjang 250 cm. sedangkan untuk celah

disetiap garisnya setidaknya memiliki kelebaran yang sama dengan garis membujurnya atau tidak melebihi dua kali ukurannya.

Secara garis besar, zebra cross ini terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. Center line

Center line adalah marka garis membujur sebelum zebra cross untuk membatasi jalur kanan dan jalur kiri jalan.

2. Stop line

Stop line adalah marka garis melintang di kedua sisi zebra cross yang berfungsi untuk memberi isyarat batasan berhenti kendaraan ketika sedang ada penyebrang jalan.

3. Crossing line

Crossing line adalah beberapa garis membujur yang berfungsi sebagai tempat penyebrangan jalan.

- f. Marka garis kuning lurus utuh disisi jalan

Marka garis kuning lurus utuh disisi jalan adalah marka yang berfungsi sebagai pemberi isyarat bahwa pengendara kendaraan tidak diperbolehkan untuk menghentikan kendaraannya di daerah yang dibatasi oleh marka tersebut. Secara tidak langsung marka jalan jenis ini juga berfungsi untuk memberikan ketentuan berupa larangan bahwa pengemudi kendaraan tidak diperbolehkan untuk menaik penumpang ataupun menurunkan penumpang di marka ini. Untuk ukurannya sendiri diharuskan memiliki kelebaran minimal sebesar 15 cm jika berada di jalan tol, sedangkan untuk jalan raya biasa ukuran kelebaran minimal marka garis jenis ini yaitu 10 cm.