

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Titik Konflik

Menurut Shalter (1976) dalam Nofriyanto (2001), pada suatu simpang, kendaraan berpindah dari suatu jalur yang sedang dilewati ke jalur yang lain, memotong arus lalu lintas lain. Dalam melakukan gerakan ini kendaraan unguin menggabung (*merge*), memisah (*diverge*), atau memotong (*cross*) dengan jalur kendaraan lain.

Gerakan menggabung, memisah, dan memotong ini akan mengakibatkan terjadinya tabrakan (*collision*) antar kendaraan. Titik tempat terjadi tabrakan dan daerah pengaruh disekitarnya disebut daerah konflik.

B. Komposisi Lalu Lintas

Menurut manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997), komposisi Lalu lintas dibagi menjadi empat jenis kendaraan yaitu :

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle, LV*) yaitu kendaraan bermotor as dua dengan 4 roda dan jarak as 2,0 – 3,0 m. Kendaraan ringan meliputi : mobil penumpang, mikrobis, *pick-up*, dan truck kecil.
2. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle, HV*) yaitu kendaraan bermotor dengan roda lebih dari empat roda. Kendaraan berat meliputi : bus, truk 2 as , truk 3 as.
3. Sepeda Motor (*Motor Cycle, MC*) kendaraan bermotor dengan roda dua atau tiga roda. Kendaraan bermotor meliputi : sepeda motor , kendaraan roda tiga.
4. Kendaraan Tak Bermotor (*Unmotorize, UM*) yaitu kendaraan yang digerakan oleh orang atau manusia. Kendaraan tak bermotor meliputi : sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

Dalam MKJI 1997 kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur dari hambatan samping.

C. Satuan Mobil Penumpang

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda karena dimensi, kecepatan, percepatan. Untuk analisis satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp), jenis-jenis kendaraan harus dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang dengan cara mengalikannya dengan ekivalen mobil penumpang (emp) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Sedangkan kendaraan tak bermotor dalam MKJI 1997 tidak termasuk dalam bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur dari hambatan samping.

Tabel 3.1. Nilai Ekivalen Mobil Penumpang

Jenis kendaraan	Nilai emp
Kendaraan ringan	1,0
Kendaraan Berat	1,3
Kendaraan Bermotor	0,5

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

D. Ukuran Kinerja

Kinerja suatu simpang menurut MKJI 1997 didefinisikan sebagai ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas simpang. Kinerja suatu simpang dapat diukur sebagai berikut:

1. Kapasitas

Kapasitas dalam MKJI 1997 didefinisikan sebagai arus maksimum per jam yang dipertahankan, yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Kapasitas merupakan ukuran kinerja pada kondisi yang bervariasi, dapat diterapkan pada suatu jaringan jalan yang sangat kompleks dan dinyatakan dalam smp/jam.

2. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan merupakan suatu indikator yang menentukan tingkat

kinerja suatu simpang. Suatu simpang mempunyai tingkat kinerja yang baik apabila derajat kejenuhan tidak lebih dari 0,8 pada jam puncak tahun rencana.

3. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melewati simpang. Tundaan terdiri dari Tundaan Lalu Lintas (DT) yang disebabkan oleh pengaruh kendaraan lain dan Tundaan Geometrik (DG) disebabkan perlambatan dan percepatan untuk melewati fasilitas tertentu. Tundaan meningkat secara bertambahnya arus total, yaitu arus jalan utama dan arus jalan simpang, yang mengakibatkan bertambahnya derajat kejenuhan. Nilai-nilai tundaan yang diijinkan (dengan derajat kejenuhan 0,8) adalah tundaan lalu lintas simpang sebesar 9,07 d/smp, tundaan lalu lintas jalan utama sebesar 6,67 d/smp.

4. Peluang antrian

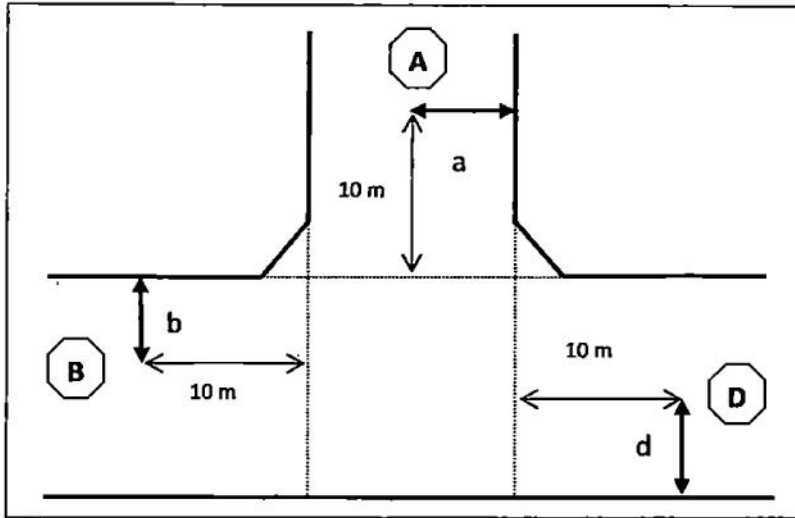
Peluang antrian (QP %) adalah kemungkinan terjadinya antrian dengan lebih dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal. Batas nilai peluang antrian dapat diperkirakan dari hubungan kurva peluang antrian/derajat kejenuhan. Nilai peluang antrian batas bawah-atas yang diijinkan (dengan derajat kejenuhan 0,8) sebesar 26% - 57%.

E. Data Masukan

1. Kondisi Geometrik

Jalan utama adalah jalan yang terpenting dari semua ruas jalan pada simpang tersebut, misalnya jalan yang memiliki klasifikasi fungsional tertinggi. Dalam MKJI 1997, untuk simpang 3 – lengan, jalan yang menerus merupakan jalan utama.

Kondisi geometrik digambarkan dalam bentuk sketsa yang memberikan informasi tentang lebar jalan, lebar bahu dan lebar median. Lebar pendekat diukur dari jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat, lebar pendekat simpang dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Lebar Pendekat

Keterangan:

- a) A, B, D : Lengan pendekat
 b) a, b, d : Lebar lengan pendekat

Lebar pendekat rata-rata (W_1) yang digunakan untuk menentukan faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) dalam perhitungan kapasitas simpang nilainya ditentukan persamaan sebagai berikut:

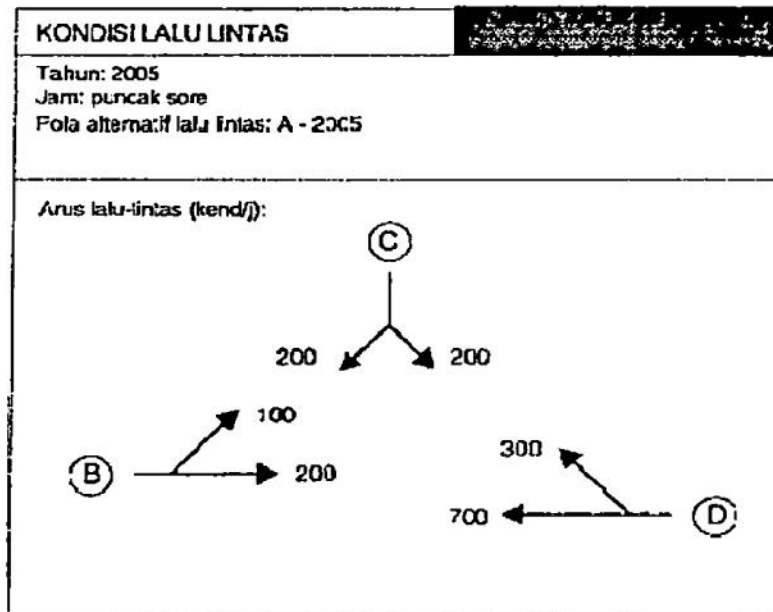
$$W_1 = \frac{\left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2} + \frac{a}{2}\right)}{3} \dots\dots\dots(3.1)$$

Jika C hanya untuk keluar maka $c = 0$ dan persamaannya menjadi :

$$W_1 = \frac{\left(\frac{b}{2} + \frac{d}{2}\right)}{2} \dots\dots\dots(3.2)$$

2. Kondisi lalu lintas

Data lalu lintas yang digunakan dibagi berdasarkan jenis kendaraan. Kondisi lalu lintas digambarkan dalam sketsa yang menunjukkan semua gerakan kendaraan serta jumlah pada tiap lengan simpang. Seperti contoh Gambar 3.2 (MKJI, 1997).



Gambar 3. 2 Contoh sketsa arus lalu-lintas (MKJI,1997)

3. Kondisi lingkungan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Penentuan kelas hambatan samping menurut MKJI (1997) dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu-lintas seperti di bawah ini:

- Komersial (*Com*) yaitu tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Permukiman (*Res*) yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- Akses terbatas (*RA*) yaitu tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb).

F. Kapasitas

Kapasitas dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dapat didefinisikan sebagai arus maksimum per jam yang dapat dipertahankan yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Kapasitas merupakan ukuran kinerja pada kondisi yang bervariasi, dapat diterapkan pada suatu lokasi tertentu atau pada suatu jaringan jalan yang sangat kompleks dan dinyatakan dalam satuan smp/jam.

Kapasitas Total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu dan faktor – faktor penyesuaian (F) dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan :

- C = Kapasitas Simpang (smp/jam)
- C_0 = Kapasitas Dasar (smp/jam)
- F_w = Faktor penyesuaian lebar masuk
- 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 ruas jalan minor

1. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Besarnya kapasitas dasar ditentukan oleh jumlah lengan simpang, lajur jalan minor dan jumlah lajur utama terlihat pada Tabel 3.2 dan 3.3. Kapasitas dasar menurut tipe simpang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.2. Jumlah lajur dan Lebar rata – rata pendekat minor dan utama.

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC}, W_{BD}	Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b+d)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
$W_{BD} = (a/2 + c/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 3.3. Kode Tipe Simpang

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 1997

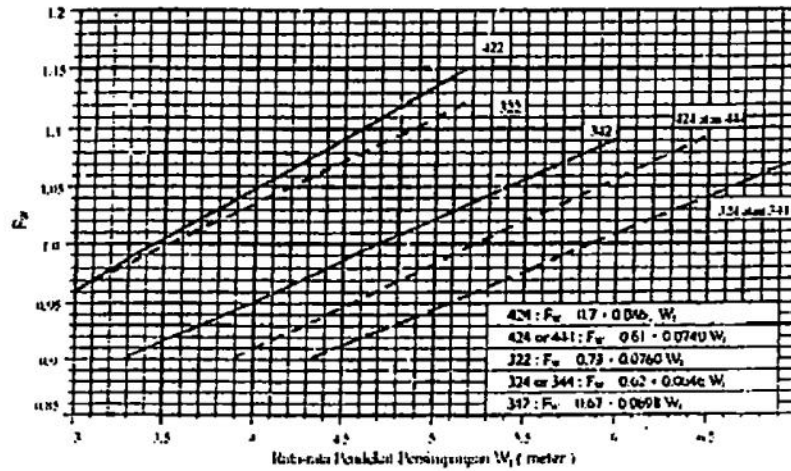
Tabel 3.4. Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

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 1997

Faktor Penyesuaian lebar Pendekat (Fw)

Faktor penyesuaian lebar pendekatan yang diperlukan untuk perhitungan didapat dari lebar rata – rata semua pendekat (W_1) dan Tipe simpang (IT). Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat didapat dari Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Faktor penyesuaian lebar pendekat.

2. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Faktor penyesuaian Median Jalan Utama yang diperlukan untuk perhitungan didapat dari Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian Median (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak Ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar \geq 3m	lebar	1,20

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota dapat ditentukan dengan jumlah penduduk yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran Kota CS	Penduduk Juta	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

4. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak Bermotor (F_{RSU})

Variabel masukan untuk mendapatkan nilai F_{RSU} adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor. Nilai F_{RSU} dapat dihitung dengan Tabel 3.7.

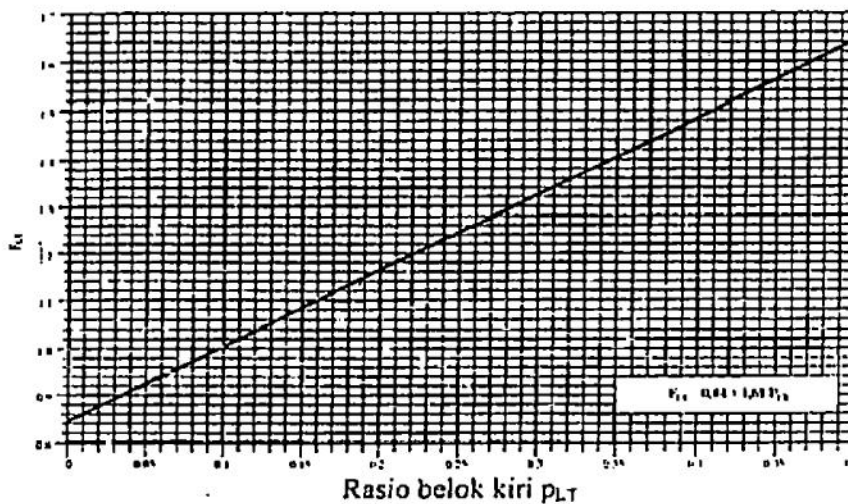
Tabel 3.7. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor.

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	0,86	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 1997

5. Faktor Penyesuaian Belok – Kiri (F_{LT})

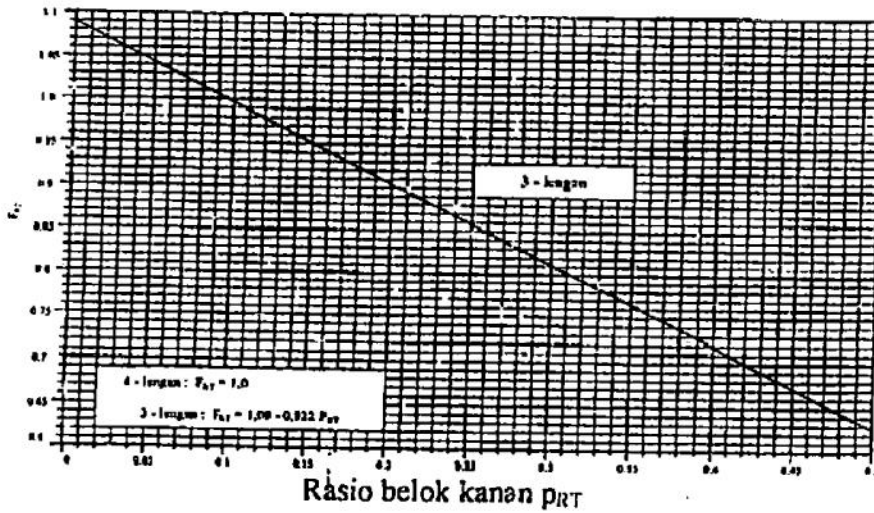
Faktor penyesuaian belok-kiri di dapat dari Gambar 3.4. Variabel masukan adalah rasio belok-kiri (P_{LT}).



Gambar 3.4. Faktor Penyesuaian Belok – Kiri (F_{LT})

6. Faktor Penyesuaian Belok – Kanan (F_{RT})

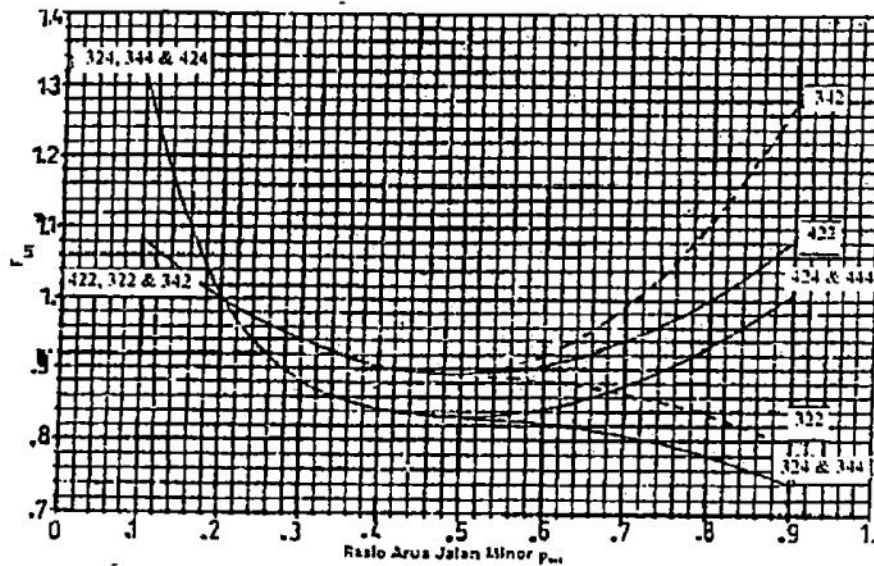
Faktor penyesuaian belok – kanan didapat dari Gambar 3.5. Variabel masukan adalah rasio belok – kanan (F_{RT}).



Gambar 3.5. Faktor Penyesuaian Belok – Kanan (F_{RT})

7. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor didapat dari Gambar 3.6. dan Tabel 3.8. Variabel masukan adalah rasio arus jalan minor (P_{MI}).



Gambar 3.6. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Selain dari Gambar 3.6 nilai faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang terdapat pada Tabel 3.8

Tabel 3.8. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

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
323	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	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
323	$16,6 \times p_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
344	$- 0,555 \times p_{MI}^2 + 0,555 \times p_{MI}^3 + 0,69$	0,5-0,9

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

dengan:

p_{MI} = Rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total

G. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan merupakan salah satu indikator yang menentukan tingkat kinerja suatu jalan-jalan simpang. Derajat kejenuhan yang terjadi harus dibawah batas 0,8 – 0,9 dan untuk perancangan derajat kejenuhan yang terjadi dianjurkan < 0,8.

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$DS = Q_{TOT}/C \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan :

DS = Derajat Kejenuhan

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

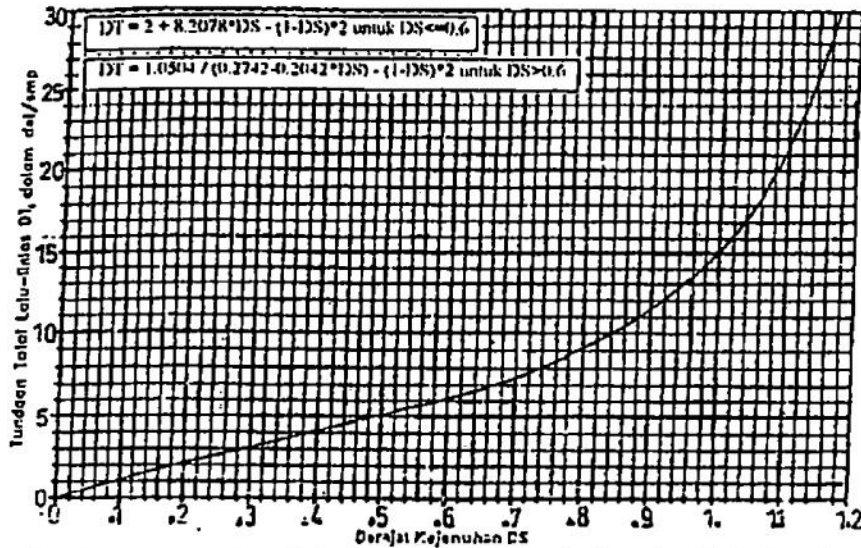
C = Kapasitas (smp/jam)

H. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan situasi tanpa simpang.

1. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan lalu lintas ditentukan dari kurva empiris antara DT_1 dan DS dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tundaan lalu lintas simpang terhadap derajat kejenuhan

Selain dari kurva diatas nilai tundaan lalu lintas dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Untuk $DS \leq 0,6$:

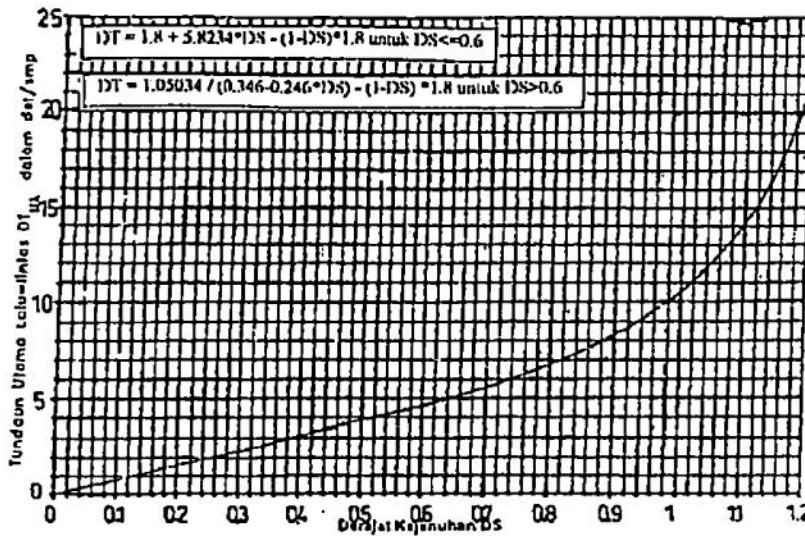
$$DT_1 = 2 + (8,2078 \times DS) - [(1 - DS) \times 2] \dots \dots \dots (3.5)$$

Untuk $DS > 0,6$

$$DT_1 = \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times DS} - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots(3.6)$$

2. 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 . Tundaan lalu lintas jalan utama ditentukan dari kurva empiris antara DTMA dan DS1 . Lihat Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tundaan lalu lintas jalan utama terhadap derajat kejenuhan

Selain dari kurva diatas nilai tundaan lalu lintas Utama dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Untuk $DS \leq 0,6$:

$$DT_{MA} = 1,8 \times 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(3.7)$$

Untuk $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{0,346 - 0,246 \times DS} - (1 - DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(3.8)$$

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Tundaan jalan minor rata – rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata – rata dan tundaan jalan utama rata – rata :

$$DT_{MI} = (Q_{Tot} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \dots \dots \dots (3.9)$$

dengan :

Q_{Total} = Arus total (smp/jam)

Q_{MA} = Arus Jalan Utama Total (smp/jam)

Q_{MI} = Arus Jalan Minor total (smp/jam)

DT_1 = Tundaan Lalu Lintas Simpang (d/smp)

DT_{MA} = Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama

4. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan Geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata – rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang . DG dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Untuk $DS < 1,0$ Menggunakan Rumus :

$$\bar{DG} = (1 - \bar{DS}) \times (p_T \times 6 + (1 - p_T) \times 3) + \bar{DS} \times 4 \dots \dots \dots (3.10)$$

Untuk $DS \geq 1,0$ maka $DG = 4$

dengan :

DG = Tundaan Geometrik simpang (d/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

P_T = Rasio Belok Total

5. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang (D) dihitung dengan rumus :

$$D = DG + DT_1 \dots \dots \dots (3.11)$$

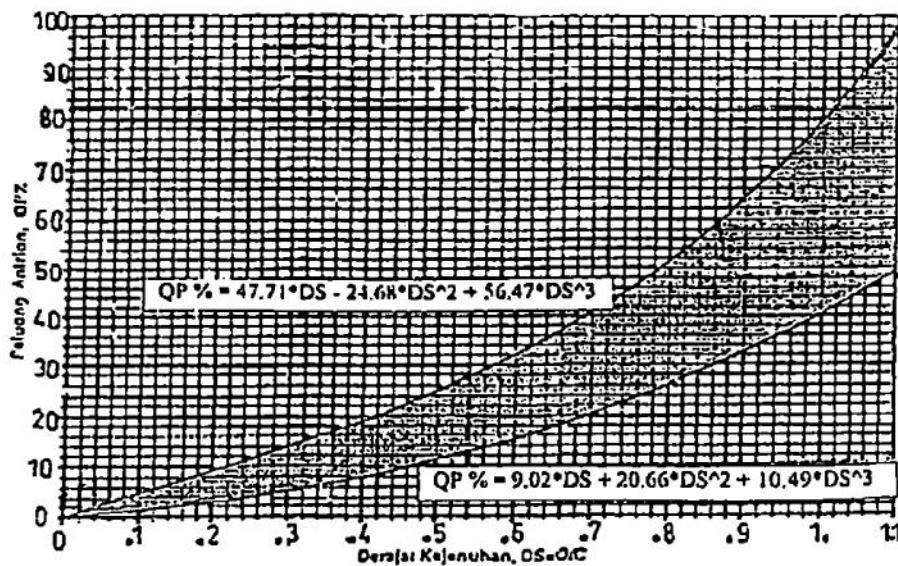
dengan :

DG = Tundaan Geometrik Simpang (d/smp)

DT₁ = Tundaan Lalu Lintas Simpang (d/smp)

I. Peluang Antrian

Batas nilai peluang antrian (QP%) ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian (QP%) dan derajat kejenuhan (DS). Lihat Gambar 3.9. dengan variabel masukan derajat kejenuhan (DS).



Gambar 3.9 Rentang peluang antrian terhadap derajat kejenuhan

Peluang antrian dengan batas atas dan atas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Batas Atas :

$$QP_a = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \dots \dots \dots (3.12)$$

Batas Bawah :

$$QP_b = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \dots \dots \dots (3.13)$$

J. Penilaian perilaku lalu lintas

Memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana geometrik jalan, lalu lintas dan lingkungan. Untuk menilai hasilnya dengan melihat derajat kejenuhan untuk kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut.