

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Simpang Jalan**

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Khisty, 2005) dalam (Juniardi, 2008).

#### **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*), yaitu kendaraan bermotor dengan roda dua atau roda tiga. Kendaraan bermotor meliputi : sepeda motor , kendaraan roda tiga.
4. Kendaraan tak bermotor (*Unmotorize, UM*), yaitu kendaraan yang digerakkan 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 arus dari hambatan samping

### C. Satuan Mobil Penumpang

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda karena memiliki dimensi, kecepatan, percepatan yang berbeda. Untuk analisis satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp). Jenis-jenis kendaraan harus dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang dengan cara mengalikannya dengan ekivalen mobil penumpang (emp) yang dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III.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. Kinerja Simpang

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

#### 1. Kapasitas

Kapasitas 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.

Menurut Oglesby dan Hiks (1982) dalam Yulika (2011), kapasitas simpang merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati simpang menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas dan kondisi geometrik jalan.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas simpang adalah sebagai berikut ini.

- a. Jumlah lajur yang cukup disediakan untuk mencegah agar volume yang tinggi tidak akan mengurangi kecepatan sampai di bawah optimum pada kondisi rencana dan aliran yang besar harus dipisah arahnya.
- b. Kapasitas yang tinggi yang membutuhkan keseragaman kecepatan kendaraan dan perbedaan kecepatan relatif kecil pada tempat masuk dan keluar.
- c. Gerakan belok yang banyak membutuhkan keistimewaan-keistimewaan seperti jalan tambahan yang terpisahkan.

## 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 seiring bertambahnya arus total, yaitu arus jalan utama dan arus jalan simpang, yang mengakibatkan bertambahnya derajat kejenuhan.

## 4. Peluang antrian

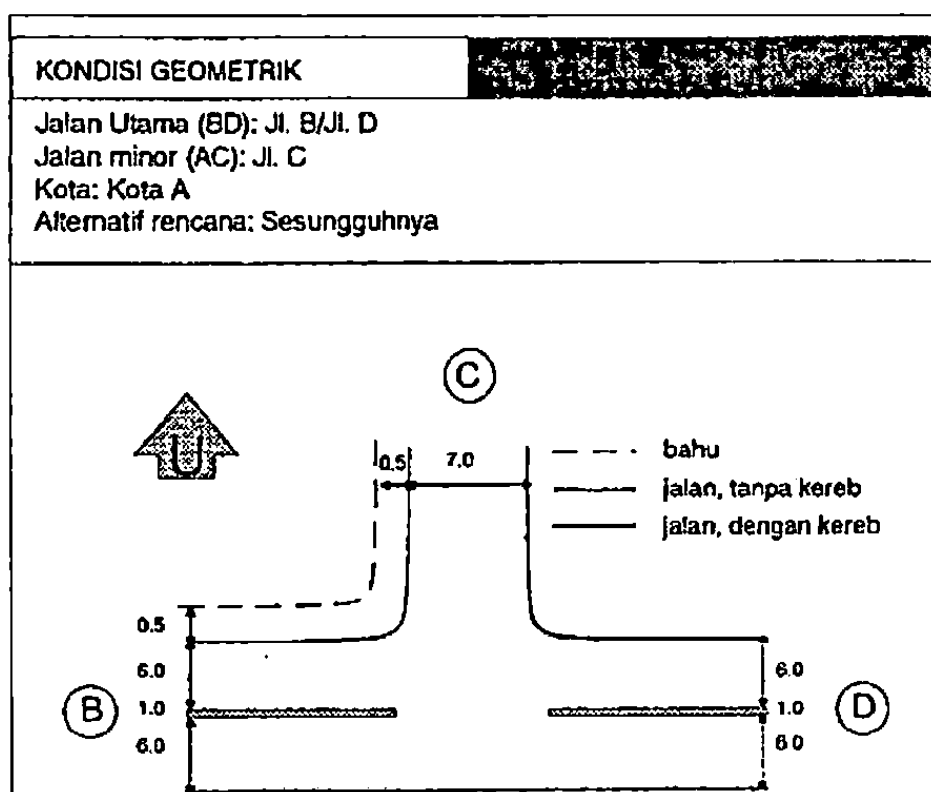
Peluang antrian (QP %) adalah kemungkinan terjadinya antrian dengan lebih dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja pada simpang tak bersignal. Data nilai peluang antrian dapat diperkirakan dari hubungan antara

### E. Data Masukan

Data masukan untuk analisis kinerja simpang tak bersinyal menurut MKJI (1997) dibagi menjadi tiga, yaitu kondisi geometrik, kondisi lalu lintas dan kondisi hambatan samping. Penjelasan mengenai ketiga data masukan adalah sebagai berikut:

#### 1. Kondisi geometrik

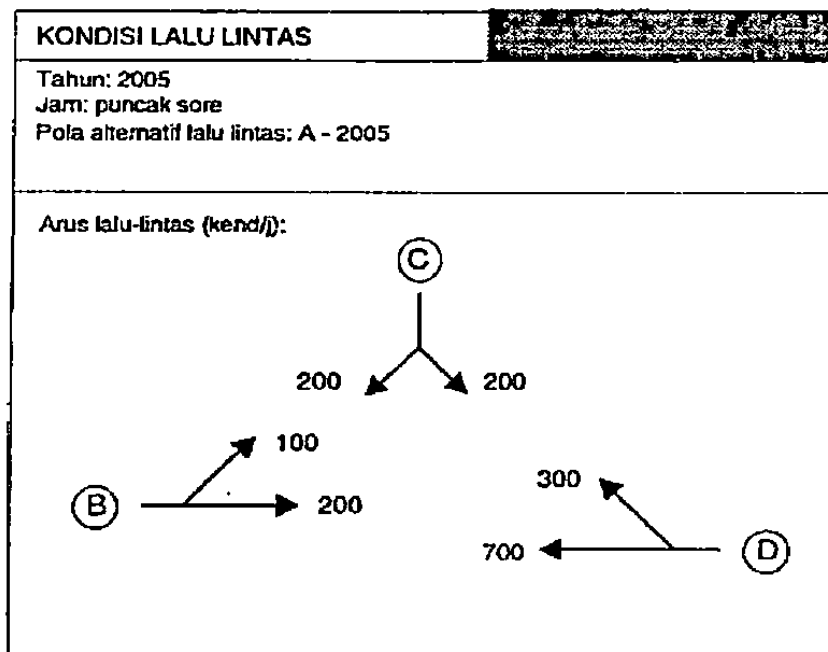
Kondisi geometrik dibuat dalam bentuk sketsa yang memberikan gambaran suatu simpang mengenai informasi tentang kereb, lebar jalur, bahu dan median. Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi. Untuk simpang 3-lengan, jalan yang menerus selalu jalan utama. Pendekat jalan minor diberi notasi A dan C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D (lihat pada Gambar 3.1). Pemberian notasi dibuat searah jarum jam. Sketsa lalu lintas memberikan informasi lalu lintas yang lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa simpang tak bersinyal. Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan diperlukan (MKJI, 1997).



Gambar 3.1 Contoh sketsa data masukan geometrik (dari MKJI 1997)

## 2. Kondisi lalu lintas

Sketsa arus lalu-lintas memberikan informasi lalu-lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisis simpang tak bersinyal. Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan diperlukan. Sketsa sebaiknya menunjukkan gerakan lalu-lintas bermotor dan tak bermotor (kend/jam) pada pendekatan ALT (notasi: A, arah: *Left Turn*), AST (notasi: A, arah: *Straight*), ART (notasi: A, arah: *Right Turn*) dan seterusnya. Satuan arus, kend/jam atau LHRT (lalu-lintas harian rata-rata), diberi tanda dalam formulir, seperti contoh Gambar 3.2 (MKJI, 1997). Data arus lalu lintas (kend/jam) yang telah diketahui terlebih dahulu dikonversi menjadi smp/jam.:



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

## 3. Kondisi lingkungan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. 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

- b. Permukiman (*Res*) yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- c. Akses terbatas (*RA*) yaitu tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb).

### F. Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_o$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor – faktor penyesuaian ( $F$ ), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas (MKJI, 1997). Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan Persamaan 3.1.

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (3. 1)$$

dengan :

$C$	=	Kapasitas (smp/jam)
$C_o$	=	Kapasitas dasar (smp/jam)
$F_w$	=	Faktor penyesuaian lebar masuk
$F_M$	=	Faktor penyesuaian tipe median jalan utama
$F_{CS}$	=	Faktor penyesuaian ukuran kota
$F_{RSU}$	=	Faktor penyesuaian hambatan samping
$F_{LT}$	=	Faktor penyesuaian belok kiri
$F_{RT}$	=	Faktor penyesuaian belok kanan
$F_{MI}$	=	Faktor penyesuaian arus jalan minor

Faktor – faktor penyesuaian untuk menghitung kapasitas simpang tak bersinyal dapat diketahui dengan memperhitungkan beberapa faktor, antara lain:

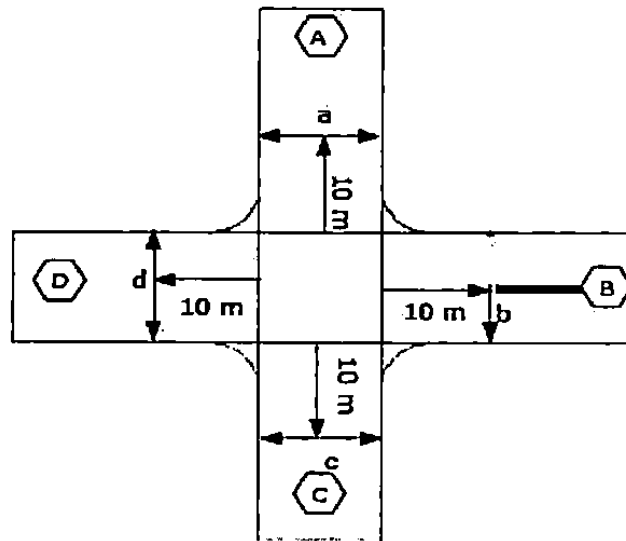
#### 1. Lebar Pendekat dan tipe simpang

##### a. Lebar pendekat ( $W$ )

Lebar pendekat adalah tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan persimpangan jalan (MKJI, 1997). Lebar pendekat pada simpang tak bersinyal untuk jalan minor dapat diketahui dengan Persamaan 3.2.

Lebar pendekat untuk jalan mayor (utama) dihitung dengan Persamaan

3.3, sedangkan lebar rata – rata pendekat ( $W_1$ ) dihitung dengan Persamaan 3.4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Lebar rata – rata pendekat (dari MKJI,1997)

$$W_{AC} = (W_A + W_C)/2 \dots\dots\dots (3. 2)$$

$$W_{BD} = (W_B + W_D)/2 \dots\dots\dots (3. 3)$$

$$W_1 = (W_A + W_C + W_B + W_D) / \text{Jumlah lengan} \dots\dots\dots (3. 4)$$

b. Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama pada tabel III.2.

Tabel III. 2 Penentuan jumlah lajur

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

c. Tipe simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka, seperti yang ditunjukkan pada Tabel III.3.

Tabel III. 3 Kode tipe simpang

No	Kode IT	Jumlah		
		Lengan simpang	Lajur jalan minor	Lajur jalan utama
1	322	3	2	2
2	324	3	2	4
3	342	3	4	2
4	422	4	2	2
5	424	4	2	4

Sumber: MKJI (1997)

2. Kapasitas dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya. Kapasitas dasar ( $C_0$ ) untuk setiap tipe simpang dapat dilihat pada Tabel III.4 dibawah ini.

Tabel III. 4 Kapasitas dasar menurut tipe simpang

No	Kode IT	Kapasitas dasar (smp/jam)
1	322	2700
2	342	2900
3	324 atau 344	3200
4	422	2900
5	424 atau 444	3400

Sumber: MKJI (1997)

3. Faktor penyesuaian lebar pendekat ( $F_w$ )

Faktor penyesuaian lebar pendekat ( $F_w$ ) diperoleh berdasarkan Persamaan 3.5 sampai dengan Persamaan 3.9. Variabel masukan adalah lebar



$$\text{IT 422,} \quad F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{IT 424 atau 444,} \quad F_w = 0,61 + 0,0740 \times W_1 \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\text{IT 322,} \quad F_w = 0,73 + 0,0760 \times W_1 \dots \dots \dots (3.7)$$

$$\text{IT 324, atau 344} \quad F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1 \dots \dots \dots (3.8)$$

$$\text{IT 342,} \quad F_w = 0,67 + 0,0698 \times W_1 \dots \dots \dots (3.9)$$

#### 4. Faktor penyesuaian median jalan utama ( $F_M$ )

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median selebar 3 m atau lebih. Faktor penyesuaian median jalan utama ( $F_M$ ) dapat dilihat pada Tabel III.5.

Tabel III. 5 Faktor penyesuaian median jalan utama ( $F_M$ )

Uraian	Tipe Median	Faktor penyesuaian median
Tidak ada median jalan utama	tidak ada	1,00
ada median jalan utama, lebar < 3 m	sempit	1,05
ada median jalan utama, lebar $\geq$ 3m	lebar	1,20

*Sumber: MKJI (1997)*

#### 5. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )

Tabel III. 6 Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )

ukuran kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)
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

6. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor ( $F_{RSU}$ )

Tabel III. 7 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	0,86	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: MKJI (1997)

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

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61x P_{LT} \dots \dots \dots (3. 10)$$

dengan:

$P_{LT}$  = Rasio kendaraan belok kiri ( $Q_{LT}/Q_{TOT}$ )

$Q_{LT}$  = Arus total belok kiri (smp/jam)

$Q_{TOT}$  = Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan (smp/jam)

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

Faktor penyesuaian belok kanan pada simpang dengan 4 lengan

$$F_{RT} = 1,0$$

Faktor penyesuaian belok kanan pada simpang dengan 3 lengan dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.11.

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 x P_{RT} \dots \dots \dots (3. 11)$$

dengan:

$Q_{RT}$  = Arus total belok kanan (smp/jam)

$Q_{TOT}$  = Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan (smp/jam)

9. Faktor penyesuaian rasio jalan minor ( $F_{MI}$ )

$F_{MI}$  adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor. Faktor penyesuaian rasio jalan minor ditunjukkan pada Tabel III.8.

Tabel III. 8 Faktor penyesuaian rasio 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: MKJI (1997)

dengan:

$P_{MI}$  = Rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total

### G. Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, dihitung dalam smp/jam.

$Q_{TOT}$  : Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan dinyatakan dalam kend/j, smp/j atau LHRT (Lalu lintas harian rata-rata, smp/jam)

$C$  : kapasitas (smp/jam)

## 2. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang, yang terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu akibat interaksi lalu lintas dengan lalu lintas yang berkonflik dan tundaan geometrik (DG) adalah waktu yang tertunda akibat perlambatan dan percepatan lalu lintas yang terganggu dan yang tidak terganggu (MKJI, 1997). Tundaan lalu lintas yang dihitung dalam simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut:

### a. Tundaan lalu lintas simpang ( $DT_1$ )

Tundaan lalu lintas rata-rata  $DT_1$  (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang. Tundaan  $DT_1$  ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan  $DT_1$  dan derajat kejenuhan DS.

Untuk  $DS \leq 0,6$

$$DT_1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots (3. 13)$$

Untuk  $DS > 0,6$

$$DT_1 = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots (3. 14)$$

### b. Tundaan lalu lintas jalan utama ( $DT_{MA}$ )

Tundaan lalu lintas rata-rata untuk jalan major merupakan tundaan lalu lintas rata - rata untuk seluruh kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major.

Untuk  $DS \leq 0,6$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots\dots (3. 15)$$

Untuk  $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots\dots (3. 16)$$

c. Tundaan lalu lintas jalan minor ( $DT_{MI}$ )

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata ( $DT_I$ ) dan tundaan lalu lintas rata-rata jalan major ( $DT_{MA}$ ).

$$DT_{MI} = Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA} / Q_{MI} \dots \dots \dots (3.17)$$

dengan:

$Q_{MA}$  = Arus total jalan utama/mayor (smp/jam)

$Q_{MI}$  = Arus total jalan minor (smp/jam)

d. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk di simpang. DG dihitung menggunakan Persamaan (3.18).

Untuk  $DS < 1,0$

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1- P_T) \times 3) + DS \times 4 \dots \dots \dots (3.18)$$

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

dengan:

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

DS = derajat kejenuhan

$P_T$  = rasio belok total

e. Tundaan simpang

Tundaan simpang dihitung menggunakan Persamaan 3.9.

$$D = DG + DT_I \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots (3.19)$$

dengan:

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

$DT_I$  = tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

3. Peluang antrian

Batas nilai peluang antrian QP (%) ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian QP (%) dan derajat kejenuhan (DS). Peluang antrian dengan batas atas dan batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.20 dan Persamaan 3.21 (MKJI 1997) :

$$Q_p \% \text{ batas atas} = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \quad (3.20)$$

$$Q_p \% \text{ batas bawah} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots (3. 21)$$

#### 4. 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