

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Data Masukan

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

1. Kondisi Geometrik

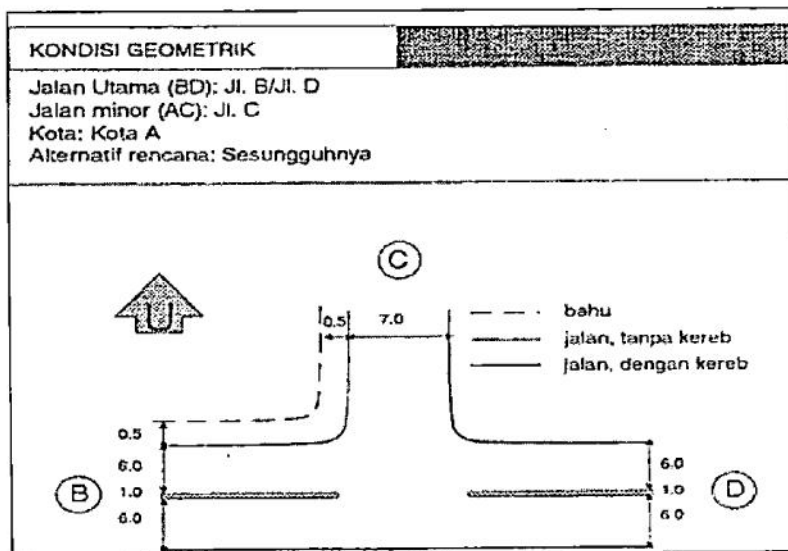
Kondisi geometrik dibuat dalam bentuk sketsa yang memberikan gambaran suatu simpang mengenai informasi tentang kereb, lebar jalur, bahu dan median. Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi. Untuk simpang 3-lengan, jalan 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).

2. Kondisi lalu lintas

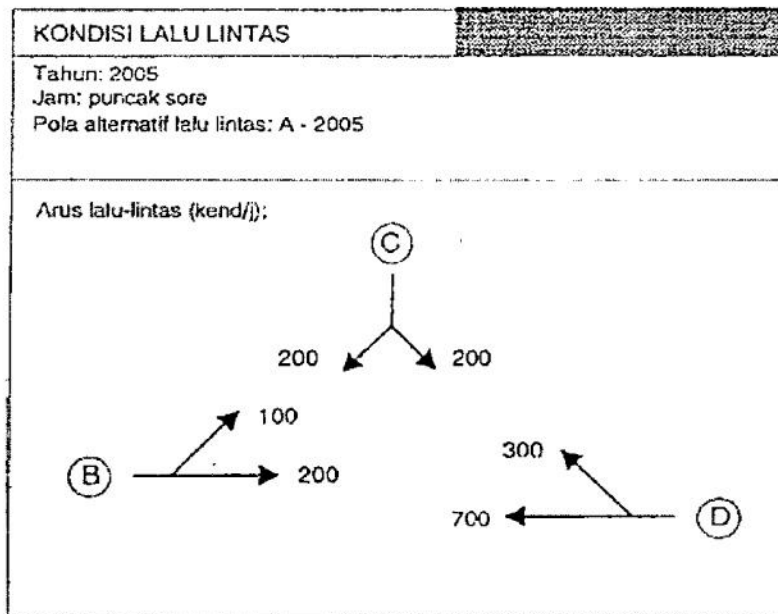
Sketsa arus lalu-lintas memberikan informasi lalu-lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa simpang tak bersinyal. Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan diperlukan. Sketsa sebaiknya menunjukkan gerakan lalu-lintas bermotor dan tak

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. Nilai emp masing-masing jenis kendaraan menurut MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

- a. Kendaraan ringan (Lv) : 1,0
- b. Kendaraan berat (Hv) : 1,3
- c. Kendaraan tidak bermotor (um) : 0,5



Gambar 3. 1 Contoh sketsa data masukan geometrik (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. 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).

B. Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) 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.

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan :

C	=	Kapasitas (smp/jam)
C_0	=	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

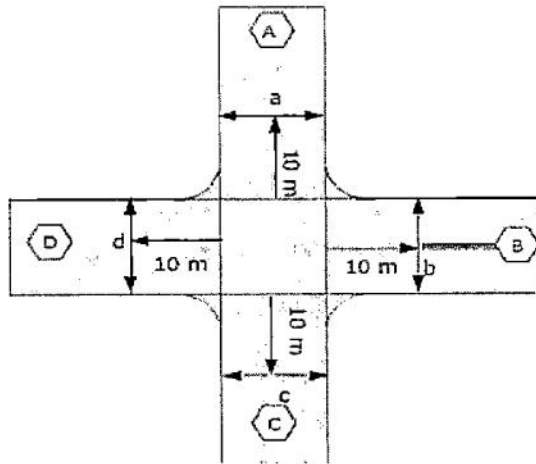
Faktor – faktor penyesuaian untuk menghitung kapasitas simpang tak bersinyal dapat diketahui dengan memperhitungkan beberapa faktor, antara lain:

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. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



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

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

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

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

b. Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama sebagai berikut.

Tabel 3. 1 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
	$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2$	< 5,5	2
	$\geq 5,5$	4

Sumber: MKJI (1997)

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 bisa dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kode tipe simpang

no	Kode IT	Jumlah		
		lengan simpang	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 3.3.

Tabel 3. 3 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 rata – rata semua pendekat W_1 dan tipe simpang (IT).

IT 422, $F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1 \dots \dots \dots (3. 5)$

$$\text{IT 424 atau 444, } F_w = 0,61 + 0,0740 \times W_1 \dots \dots \dots (3. 6)$$

$$\text{IT 322, } F_w = 0,73 + 0,0760 \times W_1 \dots \dots \dots (3. 7)$$

$$\text{IT 324, atau 344 } F_w = 0,62 + 0,0646 \times W_1 \dots \dots \dots (3. 8)$$

$$\text{IT 342, } F_w = 0,67 + 0,0698 \times W_1 \dots \dots \dots (3. 9)$$

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 3.4.

Tabel 3. 4 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 3. 5 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

Sumber: MKJI (1997)

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

Tabel 3. 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 (pum)					
		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})

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

dengan:

P_{LT} = Rasio kendaraan belok kiri (QLT/QTOT)

QLT = Arus total belok kiri (smp/jam)

QTOT = 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

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

dengan:

P_{RT} = Rasio kendaraan belok kanan (QRT/QTOT)

QRT = Arus total belok kanan (smp/jam)

QTOT = Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan (smp/jam)

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

FMI adalah Faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat rasio arus jalan minor. Faktor penyesuaian rasio jalan minor dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Faktor penyesuaian rasio jalan minor (F_{MI})

IT	FMI	PMI
342	$1,19 \times PMI^2 - 1,19 \times PMI + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times PMI^2 - 2,38 \times PMI + 1,49$	0,5 - 0,9
324	$16,6 \times PMI^4 - 33,3 \times PMI^3 + 25,3 \times PMI^2 - 8,6 \times PMI + 1,95$	0,1 - 0,3
344	$1,11 \times PMI^2 - 1,11 \times PMI + 1,11$	0,3 - 0,5
	$-0,555 \times PMI^2 + 0,555 \times PMI + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber : MKJI (1997)

dengan:

PMI = Rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total

C. Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat kejenuhan

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

$$DS = Q_{TOT} / C \dots \dots \dots (3. 12)$$

dengan:

DS : derajat kejenuhan

Q_{TOT} : Arus kendaraan bermotor total pada persimpangan dinyatakan dalam kend/j, smp/j atau LHRT (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

lalulintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalulintas (DT) adalah waktu menunggu akibat interaksi lalulintas dengan lalulintas yang berkonflik dan tundaan geometric (DG) adalah waktu yang tertunda akibat perlambatan dan percepatan lalulintas yang terganggu dan yang tidak terganggu (MKJI,1997). Tundaan lalulintas yang dihitung dalam simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut:

a. Tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas rata-rata D_{T1} (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang. Tundaan D_{T1} ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan DT_i 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 $DS < \text{atau} = 0,6$

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

Untuk $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1-DS) \times 1,8 \dots\dots\dots(3. 16)$$

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 (3.19).

$$D = DG + DT_I \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots(3. 19)$$

dengan:

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

DT₁ = 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) :

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

$$Qp \% \text{ batas bawah} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots (3.21)$$

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.

D. Alternatif Solusi Kinerja Persimpangan

Alternatif untuk mengontrol kinerja persimpangan menurut MKJI (1997) adalah sebagai berikut:

1. Alternatif 1 yaitu:

Pemasangan rambu, dengan anggapan bahwa hambatan samping di simpang tersebut menjadi rendah setelah dipasang rambu larangan berhenti.

2. Alternatif 2 yaitu:

Pelebaran pendekat sehingga kapasitas simpang meningkat.

3. Alternatif 3 yaitu:

Penggabungan dari Alternatif 1 dan Alternatif 2 yaitu dengan menghilangkan hambatan samping dan pelebaran pendekat jalan utama,