

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Simpang Tak Bersinyal

Untuk menganalisis perilaku lalu lintas berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) digunakan metode empiris, yang sebaiknya hasil analisis tersebut diperiksa dengan penilaian teknik lalu lintas yang baik dengan batasan – batasan nilai variasi dari variabel metode empiris yang telah ditetapkan. Batasan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Batas nilai Variasi dalam data empiris untuk variabel-variabel masukan (berdasarkan perhitungan dalam kendaraan)

Variabel	4 - lengan			3 - lengan		
	Min.	Rata-2	Maks	Min.	Rata-2	Maks
Lebar masuk	3.5	5.4	9.1	3.5	4.9	7.0
Rasio belok-kiri	0.10	0.17	0.29	0.06	0.26	0.50
Rasio belok-kara	0.00	0.13	0.26	0.09	0.29	0.51
Rasio arus jalan simpang	0.27	0.38	0.50	0.15	0.29	0.41
%-kend ringan	29	56	75	34	56	78
%- kend berat	1	3	7	1	5	10
%-sepeda motor	19	33	67	15	32	54
Rasio kend tak bermotor	0.01	0.08	0.22	0.01	0.07	0.25

Sumber: Tabel 1.1.1 Simpang tak bersinyal, MKJI 1997

3.1.1 Arus dan Komposisi Lalulintas

Pada kapasitas simpang tak bersinyal yang perlu diperhatikan disini adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besar kacilnya kapasitas total pada seluruh lengan simpang. Adapun variabel-variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jm) dengan menggunakan model tersebut adalah seperti pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Ringkasan Variable-Variabel Masukan Model Kapasitas

Tipe Variabel (1)	Uraian vriabel dan nama masukan (2)	Faktor model (3)
Geometri	Tipe simpang	IT
	Lebar rata-rata pendekat	W_1
	Tipe median jalan utama	M
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS
	Tipe lingkungan jalan	RE
	Hambatan samping	SF
	Rasio kendaraan tak bermotor	P_{UM}
Lalulintas	Rasio belok kiri	P_{LT}
	Rasio belok kanan	P_{RT}
	Rasio arus jalan minor	Q_{LT}/Q_{RT}

Sumber: Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

3.1.1.1 Arus lalulintas (Q)

3. Arus lalulintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{KEND}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Lalulintas harian Rata-rata Tahunan).

Arus lalulintas yang digunakan dalam analisa kapasitas simpang dipakai arus lalulintas yang paling padat per jam dari keseluruhan gerakan kendaraan.

Arus kendaran total adalah kendaraan per jam untuk masing-masing gerakan dihitung sebagai % kendaraan konversi yaitu mobil penumpang.

$$Q_{SMP} = Q_{KEND} \times F_{SMP} \dots\dots\dots 3.1)$$

dengan :

Q_{SMP} = arus total pada persimpangan (smp/jam)

Q_{KEND} = arus pada masing-masing simpang (smp/jam)

F_{SMP} = faktor smp

F_{smp} didapatkn dari perkalian smp dengan komposisi arus lalulintas kendaraan bermotor dan tak bermotor.

$$F_{SMP} = (LV\% \times emp_{LV} + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC}) / 100 \dots\dots\dots 3.2)$$

Menurut MKJI 1997, smp (satuan mobil penumpang) merupakan satuan arus lalulintas, dimana arus lalulintas dari berbagai jenis kendaraan diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan mengalikan faktor konversinya yaitu emp. Faktor konversi ini merupakan perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalulintas. Besarnya nilai konversi pada simpang tak bersinyal seperti pada tabel 2.1.

3.2 Hambatan Samping

Untuk mendapatkan nilai frekuensi berbobot kejadian dalam menentukan hambatan samping maka tiap tipe kejadian hambatan samping dikalikan dengan

faktor bobotnya. Setelah diketahui frekuensi berbobot kejadian hambatan samping, maka digunakan untuk mencari kelas hambatan samping, seperti pada tabel 3.3 dan tabel 3.4

Tabel 3.3 Faktor Bobot untuk Kelas Hambatan Samping

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0,6
Kendaraan parkir, berhenti	PSV	0,8
Kendaraan masuk dan keluar	EEV	1,0
Kendaraan Lambat	SMV	0,4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Tabel 3.4 Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah	VI	<100	Daerah pemukiman : jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 -299	Daerah pemukiman : beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 -499	Daerah industri : beberapa toko disisi jalan
Tinggi	H	500 -899	Daerah komersial : aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial : dengan aktivitas pasar disamping jalan.

Sumber : Tabel A -4.1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

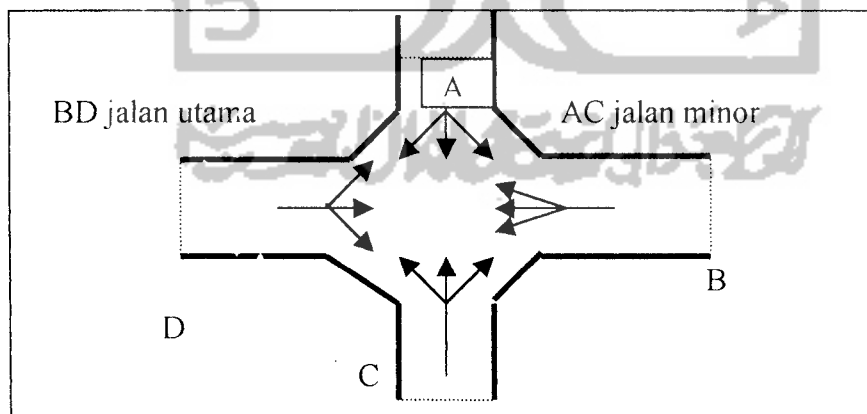
Untuk mendapatkan nilai hambatan samping dilakukan dengan cara :

- i. Masukkan hasil pengamatan mengenai frekwensi hambatan samping per jam per 200m pada kedua sisi segmen yang diamati pada tabel, meliputi :
 - a. Jumlah pejalan kaki atau penyebrang jalan,
 - b. Jumlah kendaraan berhenti atau parkir.

- c. Arus kendaraan yang bergerak lambat (sepeda, becak, delma, pedati gerobak dll)
 - d. Jumlah kendaraan bermotor yang masuk dan keluar lahan samping jalan dan jalan sisi.
2. Jumlah tersebut kemudian dikalikan dengan faktor bobot relatif pada tabel 3.2 dari masing – masing kejadian.
 3. Setelah itu dijumlahkan seluruh kejadian yang sudah dikalikan dengan faktor bobot relatif.
 4. Dari jumlah kejadian tersebut, dapat kita ambil kesimpulan besarnya suatu hambatan samping pada daerah yang kita teliti berdasar pada tabel 3.3.

3.3 Kondisi Geometrik

Data masukan lain yang diperlukan untuk analisis adalah perhitungan rasio belok dan rasio arus jalan. Rasio dihitung dengan perumusan sebagai berikut :



Sumber : Gambar A - 2:2 Simbang tak bersinyal MKJI 1997

Gambar 3.1 Variabel arus lalulintas

$$PLT = \frac{QLT}{QTOT} = \frac{ALT + BLT + CLT + DLT}{A + B + C + D} \dots\dots\dots 3.3)$$

$$PRT = \frac{QRT}{QTOT} = \frac{ART + BRT + CRT + DRT}{A + B + C + D} \dots\dots\dots 3.4)$$

$$PMI = \frac{QMI}{QTOT} = \frac{AMI + CMI}{A + B + C + D} \dots\dots\dots 3.5)$$

$$PUM = \frac{QUM}{QTOT} = \frac{AUM + BUM + CUM + DUM}{A + B + C + D} \dots\dots\dots 3.6)$$

$$QTOT = A + B + C + D \dots\dots\dots 3.7)$$

dengan :

QLT = arus kendaraan belok kiri (smp/jam)

QRT = arus kendaraan belok kanan (smp/jam)

QMI = arus kendaraan pada jalan minor (smp/jam)

QUM = arus kendaraan tak bermotor (smp/jam)

QTOT = arus kendaraan total pada persimpangan (smp/jam)

ALT, BLT, CLT, DLT menunjukkan arus lalu lintas belok kiri

ART, BRT, CRT, DRT menunjukkan arus belok kanan

AMI, CMI menunjukkan arus pada jalan minor

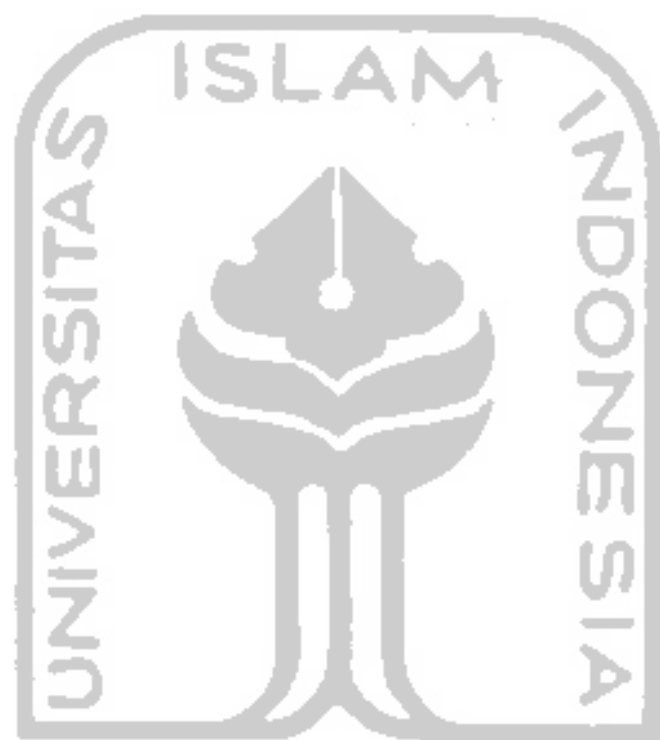
AUM, BUM, CUM, DUM menunjukkan arus kendaraan tak bermotor

PRT = rasio belok kanan

PLT = rasio belok kiri

PMI = rasio arus jalan minor

PUM = rasio kendaraan tak bermotor



جامعة الإسلام في إندونيسيا

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

Parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisis kapasitas adalah sebagai berikut :

a) Lebar pendekat (W)

Pendekat merupakan daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. (jika gerakan belok kiri atau belok kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat atau lebih).

Lebar pendekat diukur pada jarak 10 meter dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan yang berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat. Dengan mengasumsikan ruas jalan A, C sebagai pendekat mayor, dan B, D sebagai pendekat minor (lihat gambar 3.2) maka lebar masing-masing pendekat adalah W_A , W_B , W_C , W_D . Untuk perhitungannya :

$$W_{AC} = (W_A + W_C) / 2 \dots\dots\dots 3.8)$$

$$W_{BD} = (W_B + W_D) / 2 \dots\dots\dots 3.9)$$

Sebagai lebar rata-rata dari seluruh pendekat tersebut adalah:

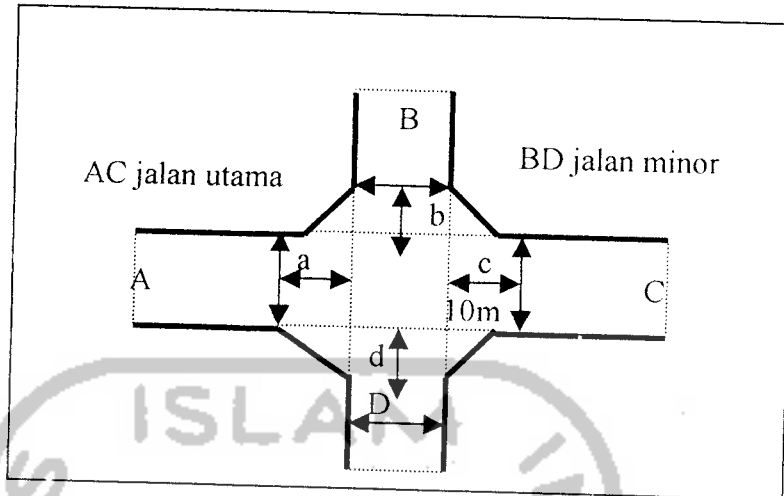
$$W_l = (W_A + W_B + W_C + W_D) / 4 \quad (4 = \text{jumlah lengan}) \dots\dots\dots 3.10)$$

Dengan : $W_A = a/2$ (m)

$W_C = c/2$ (m)

$W_B = b/2$ (m)

$W_D = d/2$ (m)



Sumber : gambar B-1:1 Simpang tak bersinyal MKJI 1997

Gambar 3.2 Lebar rata-rata pendekat

b) Jumlah Lajur

Jumlah lajur dalam perhitungan kapasitas ini ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor maupun mayor. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Hubungan Lebar Pendekat Dengan Jumlah Lajur

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

Sumber : Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

c) Tipe simpang (IT)

Tipe simpang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lengan, jumlah lajur jalan mayor dan minor, seperti yang tertuang pada tabel 2.2.

3.4 Menentukan Kapasitas

Data masukkan untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut:

3.4.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar (smp/jam) ditentukan berdasarkan tipe simpang. Untuk dapat menentukan besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 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 : Tabel B-2:1 Simpang tak bersinyal MKJI 1997

3.4.2 Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

Merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan.

Faktor ini diperoleh dari rumus tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

Tipe simpang	Faktor penyesuaian Lebar Pendekt (F_w)
1	2
422	$0,7 + 0,0366W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074W_1$
322	$0,076 W_1$

Lanjutan tabel 3.7

Tipe simpang	Faktor penyesuaian Lebar Pendekt (FW)
324	0,62 +0,0646W1
342	0,0698W1

Sumber : B-3;1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

3.4.3 Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

F_M ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Tipe median jalan utama merupakan klasifikasi median jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan median tersebut untuk menyebrangi jalan utama dalam dua tahap.

Faktor ini hanya digunakan pada jalan utama dengan jumlah lajur 4 (empat). Besarnya faktor penyesuaian median dapat dilihat pada tabel 3.8 berikut :

Tabel 3.8 Penyesuaian Median Jalan Utama

Uraian	Tipe median	Faktor penyesuaian median (F_w)
Tidak ada median jalan utama	Tidak Ada	1,00
Ada median jalan utama	Sempit	1,05
Ada median jalan utama	Lebar	1,20

Sumber : Tabel B-4:1 Simpang tak bersinyal MKJI 1997

3.4.4 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, seperti tercantum dalam tabel 3.9 di bawah ini.

Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota
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 : Tabel B5-1 Simpang tak bersinyal MKJI 1997

3.4.5 Faktor penyesuaian tipe lingkungan, kelas hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

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

Tabel 3.10 Tipe Lingkungan Jalan

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

Sumber : MKJI 1997

Pada faktor ini yang menjadi variabel didalamnya adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor (UM).

**Tabel 3.11 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping
Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})**

Kelas tipe lingkungan jalan (RE)	Kelas hambatan samping (SF)	Rasio kendaran tak bermotor (RUM)					
		0,00	0,05	0,03	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	0,71
	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	0,83	0,78	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74
Akses terbatas	Tinggi/ sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Tabel B-6 : 1 simpang tak bersinyal MKJI 1997

Penentuan tinggi atau rendahnya hambatan samping berdasarkan data yang diperoleh di lapangan dan dihitung berdasarkan formulir UR-2 MKJI 1997.

3.4.6 Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Formula yang digunakan dalam pencarian faktor penyesuaian belok kiri ini adalah $F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT}$3.11)

Dapat juga digunakan grafik untuk menentukan faktor penyesuaian belok kiri, variabel masukan adalah belok kiri, P_{LT} dari formulir USIG-1 Baris 20, Kolom 11. Batas nilai yang diberikan untuk P_{LT} adalah rentang dasar empiris dari manual. Hal ini dapat dilihat pada gambar grafik 3.1 berikut.

Sumber: MKJI,1997

Grafik 3.1 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

3.4.7 Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang jalan dengan empat lengan adalah $F_{RT} = 1,0$, faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari gambar 3.2 berikut ini. Untuk simpang 3- lengan, variabel masukan adalah belok kanan, P_{RT} dari formulir USIG-1, baris 22 kolom 11.

Hal ini dapat di jelaskan pada grafik 3.2 berikut ini.

Sumber: MKJI 1997

Grafik 3.2 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

3.4.8 Faktor penyesuaian rasio arus minor (F_{MI})

Pada faktor ini yang banyak mempengaruhi adalah rasio arus pada jalan minor (P_{MI}) dan tipe simpang (IT) pada persimpangan jalan tersebut.

Tabel 3.12 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor

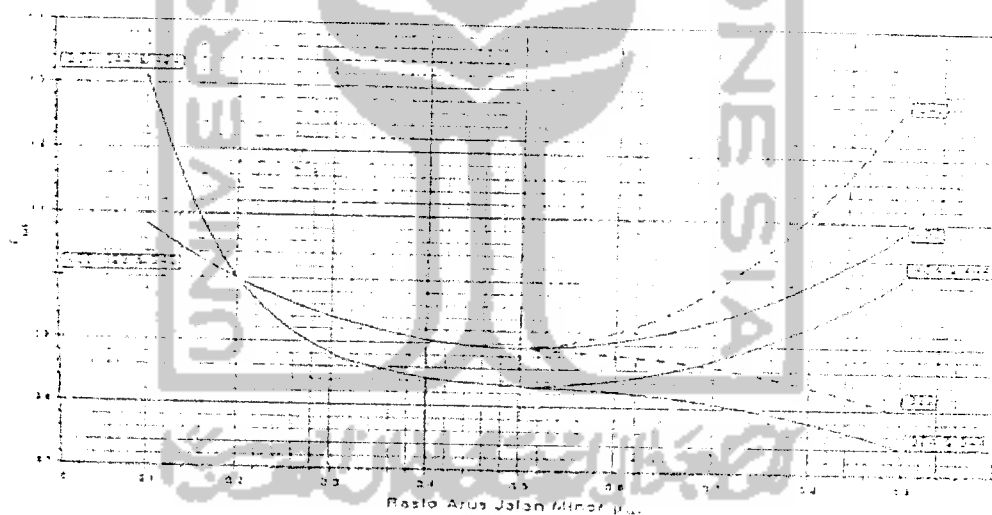
IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$0,555 \times P_{MI} + 0,59 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI}^3 + 149$	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

Lanjutan Tabel 3.12

IT	FMI	PMI
344	$1,11xP_{MI}^2-11,1xP_{MI}+1,11$	0,3-0,5
	$-0,555xP_{MI}^2+0,555xP_{MI}+0,69$	0,5-0,9

Sumber : Tabel B-9:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat juga ditentukan dengan grafik, variabel masukan adalah rasio arus jalan minor (P_{MI} , dari formulir USIG-I baris 24, kolom 10) dan tipe simpang IT (USIG – II, kolom 11). Batas nilai yang diberikan untuk P_{MI} pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual. Hal itu dapat dilihat pada grafik 3.3 berikut



Sumber : MKJI 1997

Grafik 3.3 : Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor

3.4.9 Kapasitas (C)

Kapasitas persimpangan secara menyeluruh dapat diperoleh dengan rumus:

$$C = CO \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots 3.12)$$

3.5 Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas adalah ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalulintas, perilaku lalulintas pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan peluang parkir.

3.5.1 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalulintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan disini merupakan perbandingan dari total arus lalulintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam).

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DS = Q_{TOT} / C \dots \dots \dots 3.13)$$

dengan: DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

Q_{TOT} = jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

Derajat kejenuhan dapat juga dihitung berdasarkan grafik dalam variabel masukan ukuran kota, rasio lalulintas jalan utama, dan tundaan rata-rata. Hal ini dapat dilihat pada grafik 3.4 berikut :



Sumber : MKJI 1997

Grafik 3.4 : Derajat Kejenuhan DS pada Simpang Empat Tak Bersinyal.

3.6 Regresi

Analisa regresi merupakan suatu alat untuk memperoleh suatu persamaan dan garis yang menunjukkan persamaan hubungan antara dua variabel, dan mengestimasi nilai suatu variabel lain yang diketahui. Untuk menentukan ketepatan garis estimasi yang baik digunakan metoda kuadrat terkecil (“least square method”).

3.6.1 Regresi Non Linier

Merupakan analisis matematik yang menggambarkan hubungan antara dua variabel secara linier. Secara teoritis, salah satu model regresi dapat dirumuskan secara sederhana sebagai : (Anto Dajan)

$$Y = a + b X \dots\dots\dots 3.14)$$

dimana:

Y = variabel independen (tak bergantung)

X = variabel dependen (tergantung)

a, b = konstanta

Dalam regresi linier, kesalahan regresi dikuantifikasikan oleh sebuah kesalahan standar taksiran yang menandai bahwa kesalahan itu adalah harga y yang diprediksikan dan bersesuaian dengan suatu harga x tertentu dirumuskan:

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n - (m + 1)}} \dots\dots\dots 3.15)$$

dimana :

$S_{y/x}$ = kesalahan standar taksiran

S_r = jumlah kuadrat residual

m = jumlah orde polinomial

n = jumlah variabel

3.6.2 Korelasi Linier

Perhitungan derajat keeratan didasarkan pada persamaan regresi. Tingkat keeratan hubungan antara dua variabel dapat dihitung dengan suatu nilai relatif yang berbentuk koefisien determinasi (dengan simbol r^2) dan koefisien korelasi (dengan simbol r).

Nilai r mendekati nol atau sama dengan nol menunjukkan tidak adanya korelasi yang didasarkan pada garis lurus, sedangkan nilai r^2 mendekati satu menunjukkan adanya korelasi yang sempurna. Jika nilai r positif maka korelasi yang terjadi bersifat searah, artinya kenaikan/penurunan nilai-nilai X terjadi bersama-sama dengan kenaikan/penurunan nilai Y .

Nilai r dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} \dots\dots\dots 3.16)$$

dimana : S_t = jumlah kuadrat total

S_r = jumlah kuadrat residual