

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang Jalan

Simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekatan/lengan, dimana arus kendaraan dari beberapa lengan tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang (Hobbs,1995)

2.2 Kapasitas Persimpangan

Kapasitas persimpangan merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu-lintas dan kondisi geometrik jalan. Menurut Hobbs (1995), faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas persimpangan adalah sebagai berikut ini.

1. Jumlah lajur

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 dipisahkan arahnya.

2. Kecepatan

Kapasitas yang tinggi membutuhkan keseragaman kecepatan kendaraan dan perbedaan kecepatan relatif kecil pada tempat masuk dan keluar.

3. Gerakan belok

Gerakan belok yang banyak membutuhkan keistimewaan - keistimewaan

seperti jalan tambahan yang terpisah.

4. Radius dan tepi lapis perkerasan

Radius yang cukup untuk berbagai tipe kendaraan yang ada untuk menghindari pelanggaran batas terhadap jalur di sampingnya, dan tepi lapis perkerasan harus bebas dari rintangan.

5. Kelandaian

Kelandaian yang sesuai untuk berbagai tipe jalan dan jumlah kendaraan yang ada atau ketentuan khusus harus dibuat untuk tingkat-tingkat tertentu.

2.3 Pengertian Kapasitas

Menurut *Highway Capacity Manual (HCM)* 1985, kapasitas adalah nilai maksimum setiap jam dari sejumlah kendaraan yang layak diharapkan melewati suatu penampang jalan atau jalur jalan (secara seragam) selama interval waktu tertentu, pada kondisi jalan, lalu-lintas dan kontrol yang sedang berlaku.

Kapasitas dapat dibedakan atas:

1. kapasitas pada kondisi ideal pada *freeway*,
2. kapasitas pada kondisi ideal pada *multilane highway*, dan
3. kapasitas pada kondisi ideal pada jalan 2 lajur.

2.4 Simpang tak Bersinyal

Pada umumnya simpang tak bersinyal dengan pengaturan hak jalan digunakan di daerah pemukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu-lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas fungsi jalan berbeda lalu-lintas pada jalan minor harus diatur dengan tanda *stop* dan *yield* (MKJI 1997)

2.5 Jenis Simpang Tanpa sinyal

Kapasitas simpang jalan raya tanpa sinyal dipengaruhi oleh: kondisi fisik jalan, jenis pengontrolan, karakteristik arus lalu-lintas (*HCM, 1985*). Simpang tanpa sinyal dalam pengoperasiannya dibagi atas: tanpa kontrol, dengan rambu *yield* dan dengan rambu *stop*.

2.5.1 Simpang Tanpa Kontrol

Simpang ini tidak dilengkapi alat kontrol, kendaraan dari masing-masing pendekat biasanya mengikuti aturan hak berjalan "*yield to the right*". Pada volume yang tinggi, faktor seperti jarak pandang dan karakter pengemudi menentukan perilaku kendaraan.

2.5.2 Simpang Dengan Rambu *Yield* (*yield sign control*)

Simpang ini memakai rambu *yield* yang dipasang pada jalan minor. Pemasangan rambu *yield* dimaksudkan agar kendaraan dari jalan minor memberi hak berjalan lebih dahulu kendaraan di jalan major. Kendaraan yang berasal dari jalan minor tidak harus berhenti pada garis *stop*, bergantung pada kemampuan dari pengemudi untuk menerima atau menolak *gap* dari jalan major. Arus dari jalan major simpang ini umumnya belum terlalu padat. Kendaraan yang berasal dari jalan minor pada prakteknya selalu berhenti lebih dahulu sebelum melakukan gerakan membelok ke kanan atau ke kiri pada simpang tiga tanpa sinyal.

2.5.3 Simpang Dengan Memakai Rambu *Stop* (*stop sign control*)

Simpang ini memakai rambu *stop* yang dipasang pada jalan minor.

Setiap kendaraan yang datang dan masuk simpang tanpa sinyal melalui jalan minor, harus berhenti dahulu pada garis stop untuk memberi prioritas pada kendaraan yang datang dari jalan major.

Penerapan rambu *stop* dapat dilaksanakan dengan *two-way stop control*, yang dipasang pada jalan minor dan *four-way stop control*, yang dipasang pada setiap sisi lengan simpang.

2.6 Arus dan Komposisi Lalu-lintas

Arus lalu-lintas merupakan susunan dari beberapa individu pengemudi dan kendaraan, yang saling berinteraksi satu sama lain dengan cara yang unik dalam elemen jalan dan lingkungan umum. Kendaraan dalam arus lalu lintas terdiri dari berbagai tipe, tahun, ukuran, daya melintasi suatu sistem jalan dengan kecepatan dan jarak antara yang berbeda. Perbedaan karakteristik pengemudi akan menambah beragamnya arus lalu lintas di jalan. (Shane, 1990).

Dalam MKJI 1997, yang disebutkan sebagai unsur/komposisi lalu-lintas adalah benda atau pejalan kaki yang menjadi bagian dari lalu-lintas. Sedangkan kendaraan adalah unsur lalu-lintas beroda.

Semua arus lalu-lintas (perarah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan yang dikategorikan menjadi 4 (empat) jenis (MKJI 1997) yaitu:

1. kendaraan Ringan (LV),, yaitu kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2,0-3,0 ,

2. kendaraan Berat (HV), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya beroda lebih dari empat (termasuk bis, truk da as, truk tiga as, dan truk kombinasi),
3. sepeda motor (MC), yaitu kendaraan beroda dua atau tiga, dan
4. kendaraan tidak bermotor (UM), adalah kendaraan dengan roda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan meliputi, becak, dokar, kereta dorong.

2.7 Volume Lalu-Lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada suatu ruas jalan dalam suatu interval waktu tertentu. Volume merupakan salah satu parameter untuk mengukur kualitas atau kinerja suatu ruas jalan. Volume dihitung berdasarkan jumlah kendaraan (N) yang melewati titik pada suatu ruas jalan, dalam suatu waktu (T).

$$Q = N/T \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan : Q = volume kendaraan (kendaraan/jam),

N = jumlah kendaraan yang lewat (kendaraan), dan

T = segmen waktu/ periode pengamatan (Jam).

2.8 Karakteristik Geometrik

2.8.1 Klasifikasi Perencanaan Jalan

Klasifikasi perencanaan jalan berdasarkan tipe dan kelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Kasifikasi perencanaan jalan berdasarkan tipe dan kelas

Klasifikasi Perencanaan	Standar Perencanaan Harian Lalu-Lintas (smp)
Tipe I kelas 1	20.000
Tipe II kelas 2	20.000
Tipe III kelas 3	18.000
Tipe IV kelas 4	15.000
Tipe V kelas 5	13.000

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Perkotaan, DPU Bina Marga, 1988

2.8.2 Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan perilaku yang berbeda pada pembebanan lalu-lintas tertentu (MKJI 1997)

Tipe jalan dibedakan menjadi :

1. jalan dua jalur dua arah tak terbagi (2/2UD),
2. jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan atau terbagi ((4/2 D),
3. jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D), dan
4. jalan satu arah dan jalur bebas hambatan.

2.9 Jalur dan Lajur Lalu-Lintas

Jalur lalu-lintas (*travelled way*), adalah bagian daerah manfaat jalan yang direncanakan untuk lalu-lintas kendaraan. Jalur lalu-lintas terdiri dari berbagai lajur (*lane*) kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu-lintas yang khusus dilalui oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah. (SSPGJR, 1990).

2.10 Bahu Jalan

Bahu jalan (*shoulder*), adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu-lintas sebagai tempat untuk berhenti kendaraan (MKJI 1997).

2.11 Trotoar dan Kerb

Trotoar (*side walk*) adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu-lintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki (*pedestrian*). Kerb (*curb*) adalah peninggian tepi perkerasan dari bahu jalan yang terutama dimaksudkan untuk keperluan drainasi dan mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan serta memberikan ketegasan tepi perkerasan. (Sukirman, 1994)

2.12 Median Jalan

Secara garis besar median berfungsi sebagai berikut :

1. menyediakan daerah netral yang cukup lebar bagi pengemudi dalam mengontrol kendaraan pada saat-saat darurat,
2. menyediakan jarak yang cukup untuk mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan berlawanan arah,
3. menambah rasa kelegaan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi, dan
4. mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalu-lintas.

2.13 Tinjauan Lingkungan

Beberapa faktor lingkungan yang cukup berpengaruh adalah sebagai berikut :

1. Ukuran Kota (*city size*)

Ukuran kota (*city size*) adalah jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.

2. Hambatan Samping (*side friction*)

Hambatan samping (*side friction*) adalah dampak terhadap perilaku lalu-lintas dari aktifitas pada suatu pendekatan, akibat gerakan pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti, kendaraan lambat (becak, andhong kereta kuda dan lain-lain), kendaraan masuk dan keluar dari lahan samping jalan.

3. Kondisi Lingkungan sekitar Jalan

Kondisi lingkungan sekitar jalan dapat dibedakan menjadi tiga bagian utama yang penentuan kriterianya berdasarkan pengamatan visual, yaitu:

- a. komersial,
- b. pemukiman, dan
- c. akses terbatas.

2.14 Penentuan Kapasitas Menurut MKJI 1997

Pada kapasitas simpang tak bersinyal yang perlu diperhatikan di sini adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya kapasitas pada seluruh lengan simpang. Variabel – variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) menurut MKJI'97 adalah seperti pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Ringkasan variabel – variabel masukan model kapasitas

Tipe variabel	Uraian variabel dan nama masukan	Faktor model	
(1)	(2)	(3)	
Geometri	Tipe simpang	IT	
	Lebar rata –rata pendekat	W_1	F_W
	Tipe median jalan utama	M	F_M
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{cs}
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	P_{UM}	F_{RSU}
Lalu lintas	Rasio belok kiri	P_{LT}	F_{LT}
	Rasio belok kanan	P_{RT}	F_{RT}
	Rasio arus jalan minor	Q_{LT}/Q_{RT}	F_{MI}

Sumber : MKJI 1997

Arus lalu lintas yang digunakan dalam analisis kapasitas simpang dipakai arus lalu – lintas yang padat per jam dari keseluruhan gerakan kendaraan. Arus kendaraan total adalah kendaraan per jam untuk masing – masing gerakan dihitung sebagai % kendaraan konversi yaitu mobil penumpang.

$$Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

Q_{smp} : arus total pada persimpangan (Smp/ jam),

Q_{kend} : arus pada masing – masing simpang (smp/ jam), dan

F_{smp} : faktor smp.

F_{smp} didapatkan dari perkalian smp dengan komposisi arus lalu-lintas kendaraan bermotor dan tak bermotor.

$$F_{smp} = (LV\% \times emp_{LV} + HV \times emp + MC\% \times emp_{MC}) 100 \dots\dots\dots (2.3)$$

Menurut MKJI'97, nilai smp yang merupakan nilai permanen dari berbagai volume kendaraan yang terlebih dulu dikalikan dengan faktor konversinya yaitu emp merupakan perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalulintas. Nilai emp bisa dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai emp kendaraan pada simpang tak bersinyal

Jenis Kendaraan	Nilai Konversi
Berat (Heavy Vehicle)	1,3
Ringan (Light Vehicle)	1,0
Sepeda motor (Motor Cycle)	0,5
Tak bermotor (Unmotor Cycle)	1,0

Sumber : MKJI 1997

Nilai arus lalu lintas yang diberikan dalam LHRT (Lalulintas Hasil Rata-rata Tahunan) didapatkan dari hasil konservasi kend/ jam menjadi smp/jam, dengan lebih dahulu mengalikannya dengan faktor smp (F_{smp}).

$$Q_{DH} = k \times LHRT \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

Q_{DH} : arus total rata per tahun (smp/jam),

k : faktor pengali ke dalam LHRT, dan

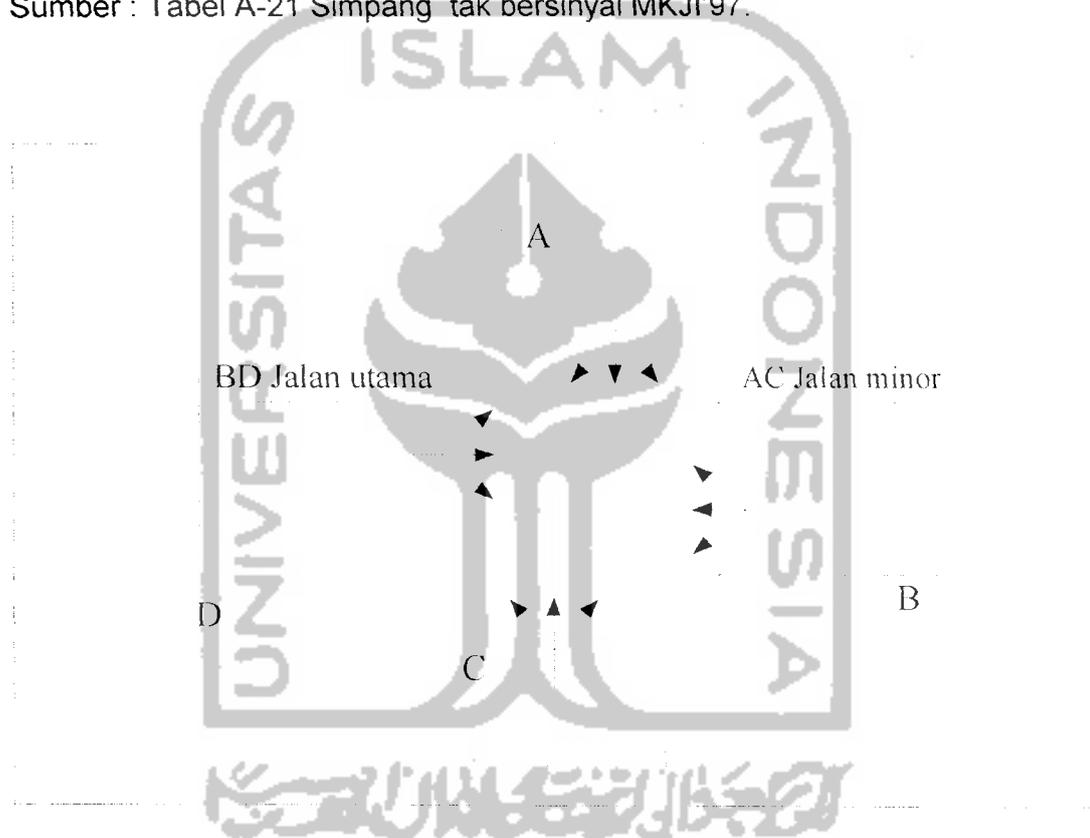
LHRT : lalulintas Harian Rata-rata Tahunan.

Nilai normal dari faktor k menurut MKJI'97 dapat dilihat pada tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Nilai normal faktor k

Lingkungan Jalan	Faktor –k ukuran kota	
	> 1 Juta	< 1 Juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07-0,08	0,08-0,1
Jalan di daerah pemukiman	0,08-0,09	0,09-0,12

Sumber : Tabel A-21 Simpang tak bersinyal MKJI'97.



Gambar 2.1 rasio belok & arus jalan

$$P_{LT} = \frac{QLT}{QTOT} = \frac{ALT + BLT + CLT + DLT}{A + B + C + D} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P_{RT} = \frac{QRT}{QTOT} = \frac{ART + BRT + CRT + DRT}{A + B + C + D} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P_{MI} = \frac{QMI}{QTOT} = \frac{A + C}{A + B + C + D} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$Qtot = A + B + C + D \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan :

P_{RT} : rasio belok kanan,

P_{LT} : rasio belok kiri,

P_{MI} : rasio arus jalan minor, dan

A,B,C,D menunjukkan arus lalulintas dalam smp/jam

Parameter geometrik yang diperlukan untuk menganalisis kapasitas adalah sebagai berikut.

1. Lebar Pendekat (W)

Lebar pendekat diukur pada jarak 10 m 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 (gambar 3.1), maka lebar masing – masing pendekat adalah W_A , W_b , W_C , W_D . Untuk perhitungannya :

$$W_{AC} = (W_A + W_C) / 2 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$W_{BD} = (W_B + W_D) / 2 \dots\dots\dots (2.10)$$

Sebagai lebar rata – rata dari seluruh pendekat tersebut adalah :

$$W_1 = (W_A + W_B + W_C + W_D) / 4 \quad (4 = \text{jumlah lengan}) \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan :

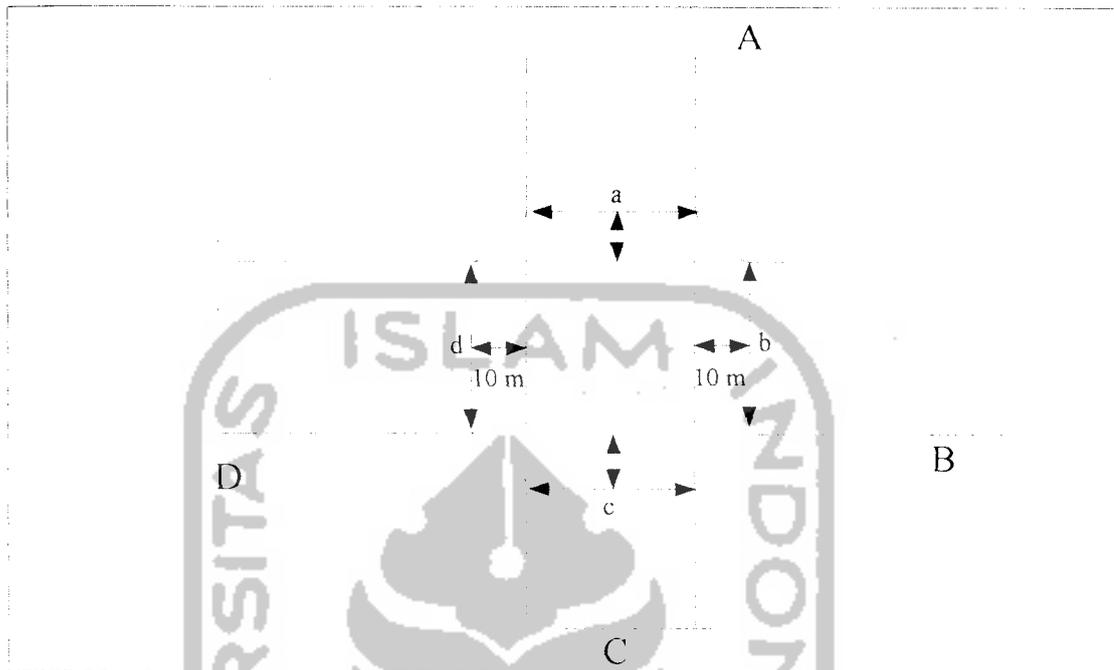
$$W_A = a/2 \text{ (m)},$$

$$W_B = b/2 \text{ (m)},$$

$$W_C = c/2 \text{ (m)},$$

$$W_D = d/2 \text{ (m)}.$$

Lebar rata-rata pendekat dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut.



Sumber : Gambar B-11. Simpang tak bersinyal MKJI'97

Gambar 2.2. Lebar rata-rata pendekat

2. Jumlah lajur

Jumlah lajur dalam perhitungan kapasitas ini ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor maupun jalan mayor. Hubungannya dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 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
	> 5,5
$W_{AC} = (a/2 + c/2) / 2$	< 5,5
	> 5,5

Sumber : Simpang tak bersinyal MKJI'97

3. Tipe simpang (T)

Jalan simpang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lengan, jumlah lajur mayor dan minor. (lihat pada tabel 2.6)

Tabel 2.6 Kode tipe simpang

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

Sumber : Tabel B1.1. Simpang tak bersinyal MKJI'97

Data masukan untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut .

1. Kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe simpang. Untuk dapat menentukan besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut ini.

Tabel 2.7 Kapasitas dasar menurut tipe simpang

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

Sumber : B-2.1. Simpang tak bersinyal MKJI'97

2. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

Faktor ini diperoleh dari rumus dalam tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

Tipe simpang	Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)
422	$0,7 + 0,0366 W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074 W_1$
322	$0,076 W_1$
324 atau 344	$0,62 + 0,0646 W_1$
342	$0,0698 W_1$

Sumber : Gambar B-3.1 Simpang tak bersinyal MKJI'97

Dengan W_1 = lebar rata-rata semua pendekat.

3. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Faktor ini digunakan pada jalan dengan jumlah lajur 4 (empat), dan besar faktor penyesuaian median jalan ini dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 2.9 Penyesuaian median jalan utama

Uraian	Tipe Media	Faktor penyesuaian media (F_w)
Tidak ada media Jalan Utama	Tidak ada	1.00
Tidak ada media Jalan Utama	Sempit	1.05
Tidak ada media Jalan Utama	Lebar	1.20

Sumber : Tabel B-4.1. Simpang tak bersinyal MKJI'97

4. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, seperti tercantum dalam tabel 2.10 berikut ini.

Tabel 2.10 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 : MKJI 1997

5. Faktor penyesuaian tipe lingkungan, kelas hambatan simpang dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya dapat dilihat tabel 2.11.

Tabel 2.11 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 dengan 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 dll)

Sumber : MKJI'97

Pada faktor ini yang menjadi variabel di dalamnya adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan simpang (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor (UM) dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Fak. penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan jalan (RE)	Kelas hambatan samping (SF)	Rasio Kendaraan tak bermotor (RUM)					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,2	> 0,25
Komersial	Tinggi	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
	Sedang	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Rendah	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
Pemukiman	Tinggi	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
	Sedang	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Rendah	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
Akses terbatas	Tinggi	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
	Sedang/ rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Tabel B-6.1 Simpang tak bersinyal MKJI'97

6. Faktor penyesuaian belok kiri

Formula yang digunakan adalah

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \dots\dots\dots (2.12)$$

7. Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang jalan dengan empat lengan adalah $F_{RT} = 1,0$ sedang untuk tiga lengan adalah

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT} \dots\dots\dots (2.13)$$

8. Faktor penyesuaian rasio arus jalan 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 dapat dilihat tabel 2.13 berikut ini.

Tabel 2.13 Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - P_{MI} + 1,19$	0,1 –0,9
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$ $1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,1 –0,3 0,3 –0,9
444	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 –0,5
322	$-0,595 \times P_{MI} + 0,59 \times P_{MI} + 0,74$	0,5 –0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$ $2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0,1 –0,5 0,5 –0,9
324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$ $1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$ $-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,1-0,3 0,3-0,5 0,5-0,9

Sumber : Tabel B-9.1 Simpang tak bersinyal MKJI '97

Kapasitas persimpangan secara menyeluruh dapat diperoleh dengan rumus :

$$C = C_o \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{I,T} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (2.14)$$

2.15 Analisis Statistik

Hasil perhitungan kapasitas dengan metode MKJI 1997 dan lapangan dianalisis dengan metode *Chi-Kuadrat*, metode *Regresi Linier Berganda*, dan metode *Korelasi Linier Berganda*.

2.15.1 Metode Regresi Linier Berganda

Hubungan antara lebih dari dua variabel adalah lebih realistis, karena sebenarnya hubungan antara variabel-variabel kebanyakan merupakan "hubungan regresional", artinya bahwa tidak ada nilai Y tertentu untuk nilai X tertentu, terdapat banyak kemungkinan nilai Y untuk nilai X tertentu karena nilai Y tersebut dipengaruhi oleh banyak variabel X.

Analisis regresi linier untuk lebih dari dua variabel disebut analisis regresi linier berganda (*multiple linier regression*) yang dinyatakan dengan persamaan :

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana :

X = variabel dependen,

Y = variabel independen, dan

a, b_1, b_2, \dots, b_k = koefisien regresi.

Karena penelitian ini menggunakan 4 (empat) variabel independen (X_1, X_2, X_3, X_4), maka menentukan persamaan regresi linier berganda digunakan program komputer *Microsoft Excel*. Dengan program ini akan di dapatkan koefisien regresi, dan didapatkan persamaan regresi linier berganda.

2.15.2 Metode Korelasi Linier Berganda (r)

Korelasi berganda (*multiple correlation*) merupakan alat ukur untuk mengetahui pertautan (*association*) antara variabel tidak bebas (variabel Y) dengan beberapa variabel bebas (variabel X_1, X_2, \dots, X_k) secara serempak.

Koefisien korelasi berganda, yang diberi notasi $r_{1,2,\dots,k}$ dihitung melalui jalur terjadinya hubungan antara satu variabel tidak bebas (y) dengan beberapa variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_k) yakni yang berupa Regresi Linier Berganda $Y' = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k$. Berdasarkan adanya regresi linier berganda tersebut, koefisien korelasi berganda dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Pasaribu, 1981).

$$r_{y,1,2,\dots,k} = \frac{\sqrt{(b_1 \sum X_1 y + b_2 \sum X_2 y + \dots + b_k \sum X_k y)}}{\sum y^2}$$

dimana :

$$\sum X_1 y = \sum X_1 y - \frac{(\sum X_1)(\sum y)}{n}$$

$$\sum X_2 y = \sum X_2 y - \frac{(\sum X_2)(\sum y)}{n}$$

$$\sum X_k y = \sum X_k y - \frac{(\sum X_k)(\sum y)}{n}$$

$$\sum y^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

Bilamana nilai r yang kita hitung lebih kecil dari nilai r dalam tabel nilai r , maka nilai r yang kita peroleh tersebut nonsignifikan, sehingga kita akan menerima hipotesa yang mengatakan bahwa korelasi antara dua variabel adalah nol/nihil atas dasar taraf signifikansi (α) yang kita gunakan.

Penentuan batas derajat tingkat kepercayaan adalah sebagai berikut (Hadi, 1996) :

1. $r \geq 0.70$: hubungan antara dua variabel adalah baik,
2. $0,5 \leq r < 0.70$: hubungan antara dua variabel adalah cukup baik,
3. $0,25 \leq r < 0,5$: hubungan antara dua variabel adalah sangat meragukan,
4. $r < 0,25$: hubungan antara dua variabel adalah tidak baik.

2.15.3 Uji Regresi Linier Berganda

Untuk mengetahui apakah suatu persamaan regresi yang dihasilkan baik untuk menaksir nilai variabel dependen diperlukan pengetahuan tentang hal-hal berikut ini

1. Koefisien regresi (uji parsial).

2. Pengaruh semua variabel independen secara bersama-sama terhadap nilai variabel dependen (uji simultan).

Pengetahuan tentang koefisien regresi bertujuan untuk memastikan apakah variabel independen yang terdapat dalam persamaan tersebut secara individu berpengaruh terhadap nilai variabel dependen (uji parsial). Caranya adalah dengan melakukan pengujian hipotesis terhadap koefisien regresi semua variabel independen.

1. Pengujian Terhadap Koefisien Regresi (Uji Parsial)

Langkah-langkah analisis dalam pengujian hipotesis terhadap koefisien regresi adalah sebagai berikut ,

a. Perumusan Hipotesis

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$\beta_2 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

$$\beta_2 \neq 0$$

Jika $\beta = 0$ berarti variabel independen (X) tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y). Sedangkan jika $\beta \neq 0$ berarti variabel independen (X) berpengaruh terhadap variabel dependen (Y).

- b. Penentuan Nilai Kritis. Nilai kritis dalam pengujian hipotesis terhadap koefisien regresi dapat ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi normal dengan memperhatikan tingkat signifikansi (α) dan banyak sampel yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan dua sisi, sehingga α yang digunakan adalah $\alpha/2$. Nilai kritis pengujian dapat ditentukan dengan

ditentukan dengan menggunakan tabel distribusi t untuk sampel kecil ($n \leq 30$) dan distribusi Z untuk sampel besar ($n > 30$).

c. Nilai t_{test} masing-masing koefisien regresi dapat diketahui dari hasil perhitungan komputer.

d. Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan letak nilai t_{test} masing-masing koefisien regresi pada kurva normal yang digunakan dalam penentuan nilai kritis. Jika letak t_{test} suatu koefisien regresi daerah penerimaan H_0 , maka keputusannya adalah menerima H_0 .

Artinya koefisien regresi tidak berbeda dengan nol. Atau dengan kata lain, variabel tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai variabel dependen.

Sedangkan jika pengujian terhadap suatu koefisien regresi, t_{test} terletak di daerah penolakan H_0 maka keputusannya adalah menolak H_0 dan menerima H_A . Artinya variabel independen tersebut berpengaruh terhadap nilai variabel dependen.

Nilai t_{test} dari setiap koefisien regresi terletak di daerah penolakan H_0 . Berarti keputusannya adalah menolak H_0 dan menerima H_A .

e. Kesimpulan. Pembuatan kesimpulan berdasarkan keputusan yang diambil di atas.

2. Pengujian Terhadap Pengaruh Variable Independen Secara Bersama (Uji Simultan)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua variabel independen secara bersama-sama (simultan) dapat berpengaruh terhadap variabel dependen. Pengujian yang dilakukan menggunakan distribusi F

dengan, membandingkan antara nilai kritis F dengan nilai F_{test} (*F RATIO*) yang terdapat pada Tabel Analysis of Variance dari hasil perhitungan. Pengujian terhadap pengaruh variabel independen secara bersama-sama (simultan) terhadap perubahan nilai variabel dependen dilakukan melalui pengujian terhadap besarnya perubahan nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh perubahan nilai semua variabel independen.

Langkah-langkah analisis dalam pengujian hipotesis terhadap variasi nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variasi nilai variabel independen adalah sebagai berikut ini.

a. Perumusan hipotesis.

H_0 = variasi perubahan nilai variabel independen tidak dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependen.

H_A = variasi perubahan nilai variabel independen dapat menjelaskan variasi perubahan nilai variabel dependen.

b. Penentuan nilai kritis pengujian dengan memperhatikan derajat kebebasan (*degree of freedom*) dan tingkat signifikansi (*significant level*) yang digunakan.

c. Nilai F_{test} dilihat dari tabel F (lampiran 60).

d. Keputusan terhadap hipotesis diambil dengan cara membandingkan nilai F_{test} dengan nilai kritis.

e. Pembuatan kesimpulan berdasarkan keputusan yang diambil.

Ketiga unsur yang diperlukan yaitu pengujian terhadap koefisien regresi (uji parsial), besar persentase pengaruh semua variabel independen dan pengujian terhadap pengaruh variabel independen secara bersamaan dengan

menggunakan pengujian terhadap variasi perubahan nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variasi perubahan nilai variabel independen, diperoleh informasi yang mendukung untuk menyimpulkan bahwa persamaan regresi yang diperoleh baik untuk menaksir nilai variabel dependen.

2.15.4 Metode Chi-Kuadrat

Metode ini digunakan untuk mengadakan estimasi atau pengujian hipotesa. Sebagai alat pengujian hipotesa *Chi-Kuadrat* digunakan untuk mengetahui apakah frekuensi yang diperoleh berbeda secara signifikan atau non signifikan dengan frekuensi yang diharapkan. *Chi-Kuadrat* berguna dalam menguji hipotesis tentang ada tidaknya korelasi antar dua faktor atau lebih. Uji ini dapat dilihat dengan *Pearson's test for goodness of fit* sebagai berikut (Hadi,1996).

- a. Hipotesis nol/nihil (H_0) : tidak terdapat perbedaan antara kapasitas lalu-lintas metose MKJI dan kapasitas lapangan. Bila dinyatakan dengan persamaan matematik adalah sebagai berikut :

$$H_0: O_i = E_i \dots\dots\dots (2.17)$$

- b. Nilai . Chi-Kuadrat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$X^2_{cell} = \sum ((O_i - E_i)^2 / E_i) \dots\dots\dots (2.18)$$

dengan :

X^2 = nilai Chi-Kuadrat,

O_i = frekuensi yang diobservasi (kapasitas lapangan), dan

E_i = frekuensi yang diharapkan (kapasitas teoritis MKJI 1997).

c. Distribusi derajat kebebasan (df).

$$df = (\text{jumlah baris data}-1) \times (\text{jumlah kolom data}-1).$$

d. Tingkat signifikansi (α) diambil sebesar 5% atau 1%.

e. Jika nilai $X^2 < X^2_{\alpha}$ berarti perbedaan antara dua nilai adalah non signifikan dan H_0 kita terima.

