

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

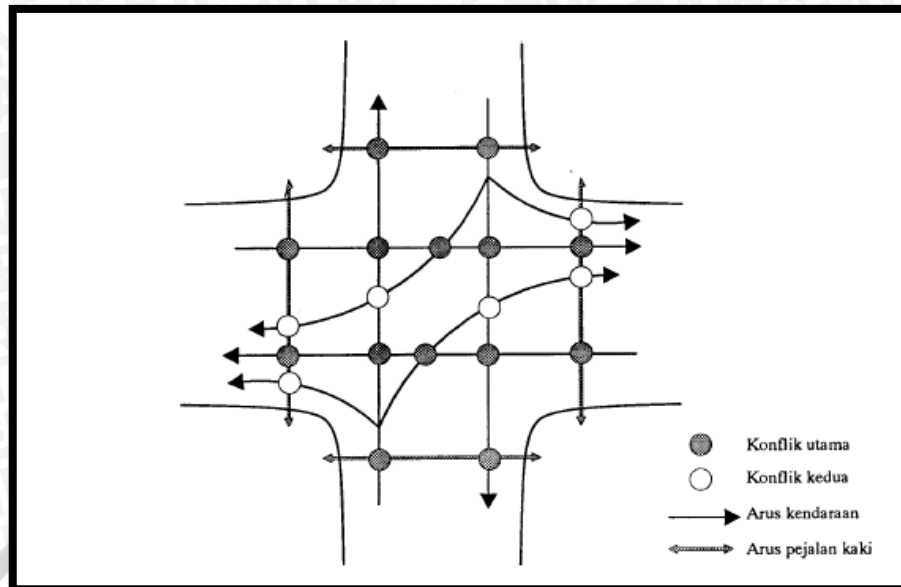
Pengoptimalan kinerja suatu jaringan jalan sangatlah diperlukan untuk kelancaran aksesibilitas suatu kota. Permasalahan-permasalahan yang ada di ruas dan di simpang jalan perlu penanganan serius guna untuk meminimalisir kerugian-kerugian yang ditimbulkan. Bila hal tersebut tidak diperhatikan, maka akan terus berlanjut tanpa pemecahan masalah yang sebenarnya.

Manual kapasitas indonesia (MKJI) dibuat dan diterapkan sebagai sarana perancangan, perencanaan dan operasional fasilitas lalu-lintas. Tata laksana lalu-lintas adalah salah satu upaya dalam menuntun, mengarahkan, memperingatkan, melarang, dan sebagainya atas lalu-lintas yang ada dan bertujuan agar lalu-lintas dapat bergerak dengan lancar, aman dan nyaman.

2.2 Pengertian Persimpangan

Menurut PP No. 43 tahun 1993 tentang prasarana lalu-lintas jalan, simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang ataupun tak sebidang. Simpang merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara pergerakan kendaraan dengan pergerakan kendaraan lainnya.

Persimpangan jalan merupakan salah satu sumber konflik dalam lalu-lintas. Satu perempatan jalan menghasilkan 16 titik konflik. Oleh karena itu, upaya dalam memperlancar lalu-lintas dengan “meniadakan” titik konflik tersebut dengan cara membangun pulau lalu-lintas atau bundaran, memasang lampu lalu-lintas yang mengatur giliran gerak kendaraan, menerapkan arus searah, menerapkan larangan belok kanan, atau membangun simpang susun, dengan larangan belok kanan, maka titik konflik tinggal empat buah, sehingga simpang konflik secara teori ditiadakan.



Gambar 2.1 Konflik-konflik utama dan kedua pada simpang bersignal pada empat lengan

Masalah-masalah utama terkait pada persimpangan adalah :

1. Volume dan kapasitas yang secara langsung mempengaruhi tundaan.
2. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
3. Parkir, akses, dan pembangunan yang bersifat umum.
4. Pejalan kaki.
5. Jarak antar persimpangan.

2.3 Volume dan Kapasitas Jalan Pada Kaki Simpang

Sebelum menghitung volume dan kapasitas jalan pada persimpangan ada baiknya menghitung volume dan kapasitas di kaki simpang, karena volume pada kaki simpang tersebut berdampak pada pergerakan volume arus lalu-lintas pada persimpangan. Perhitungan kapasitas jalan mengacu pada manual kapasitas jalan (MKJI 1997) dengan rumus sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{cs} \times FC_{sf}$$

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{sp} = Faktor penyesuaian arah lalu-lintas

FC_{cs} = Faktor koreksi ukuran kota

FC_{sf} = Faktor penyesuaian gesekan samping

2.3.1 Kapasitas Jalan

Nilai kapasitas jalan ditentukan dari perkalian nilai kapasitas dasar (C_0), kapasitas akibat korelasi lebar jalan (FC_{wc}), kapasitas akibat korelasi pemisah arah (FC_{sp}), Kapasitas korelasi bahu jalan dan hambatan samping (FC_{sf}) dan kapasitas akibat korelasi ukuran kota (FC_{sc}).

2.3.2 Kapasitas Dasar (C_0)

Besarnya kapasitas dasar jalan antara kota yang dijadikan acuan adalah seperti dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar skr/jam	Keterangan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

2.3.3 Faktor penyesuaian lebar jalan (FC_w)

Sama halnya dengan jalan kota pada jalan antar kota faktor penyesuaian lebar jalan sangat mempengaruhi kapasitas jalan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Faktor penyesuaian lebar jalan

Tipe jalan	Lebar efektif jalan	FC_w
Empat lajur dipisah dengan lebar efektif bahu rata-rata	Per lajur	
	3.00	0,92
	3.25	0,96
	3.50	1,00
	3.75	1,04
	4.00	1,08
Empat lajur tidak dipisah	Per lajur	
	3.00	0,91
	3.25	0,95
	3.50	1,00
	3.75	1,05
	4.00	1,09
Dua lajur tidak dipisah	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

2.3.4 Faktor penyesuaian arah lalu-lintas (FCsp)

Kapasitas jalan antar kota juga dipengaruhi oleh proporsi arus lalu-lintas menurut arah seperti Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Faktor penyesuaian arah

Split arah %	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{Sp} Dua-Lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
Empat-Lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

2.3.5 Faktor korelasi ukuran kota (FCcs)

Nilai dan kapasitas korelasi ukuran kota ditentukan oleh jumlah penduduk di suatu kota tersebut. Nilai penyesuaian untuk perhitungan korelasi ukuran kota dapat dihitung melalui acuan tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota (FCsc)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor penyesuaian ukuran kota
<0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,04

2.3.6 Faktor penyesuaian gesekan samping (FCsf)

Faktor penyesuaian kapasitas jalan antara kota terhadap lebar jalan dengan bahu jalan dihitung dengan menggunakan tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dengan Kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian gesekan samping dan lebar bahu FC _{Sp}			
		<0,5	1,0	1,5	>2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

2.3.7 Volume Lalu-lintas

Volume lalu-lintas adalah jumlah kendaraan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang melewati suatu potongan (*section*) ruas jalan yang dihitung dalam satuan waktu tertentu.

Perhitungan kondisi arus lalu-lintas dilakukan persatuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada arus kondisi lalu-lintas pada jam-jam puncak seperti pagi dan sore hari.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan belok kiri (Q_{LT}), lurus (Q_{ST}), dan belok kanan (Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) untuk masing-masing pendekatan baik terlindung atau terlawan.

Arus lalu-lintas dihitung dalam (smp/jam) dimana nilai kofisiennya (emp) tergantung dari jenis kendaraan dan tipe pendekatnya. Nilai-nilai kofisien smp selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.6 Nilai emp Untuk Masing-Masing Tipe Kendaraan

Tipe Kendaraan	Nilai emp untuk pendekat T	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Sumber: MKJI (1997)

Untuk rumus volume lalu-lintas dapat diformulasikan pada rumus berikut

ini :

$$Q = \frac{v}{C}$$

Dimana :

Q = Volume lalu-lintas

v = Jumlah kendaraan

C = Kapasitas

Sedangkan rasio kendaraan belok kiri (P_{LT}) dan rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}) ditentukan melalui persamaan berikut :

$$PLT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

$$PRT = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

Dimana :

LT = Arus belok kiri

RT= Arus belok kanan

2.3.8 Level Of Service (LOS)

Analisis kinerja jalan bermaksud untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan/LOS (*level of service*). Tingkat pelayanan jalan adalah ukuran yang menyatakan kualitas pelayanan yang disediakan oleh suatu jalan dalam kondisi tertentu. Perhitungan LOS ini akan menjadi justifikasi adanya permasalahan kemacetan lalu-lintas, di sini akan dikaji suatu kondisi terhadap timbulnya kemacetan lalu-lintas.

Aspek-aspek yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan yaitu kecepatan kendaraan, volume lalu-lintas, kapasitas jalan dan hambatan samping. Beberapa aspek yang dapat mempengaruhi tingkat pelayanan (LOS) secara langsung berkaitan dengan aktivitas penggunaan lahan adalah:

1. Manajemen lalu-lintas

Manajemen lalu-lintas dimaksud untuk melihat pola pengaturan lalu-lintas di Jalan persimpangan ITN dan sekitar.

2. Pola karakteristik (*performance*) kendaraan

Dimaksud pola karakteristik adalah untuk melihat jenis dan ciri moda lalu-lintas yang melewati wilayah studi.

3. Pola jaringan jalan

Untuk melihat hirarki jalan berikut karakteristiknya apakah jalan tersebut sebagai satu-satunya jalan penghubung atau merupakan jalur alternatif.

4. Tingkah laku pengemudi dan pejalan kaki

Menyangkut perilaku pengemudi dan pejalan kaki dalam aktivitas ketertiban lalu-lintas yang ada.

Tingkat pelayanan jalan adalah ukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasi lalu-lintas pada suatu ruas jalan. Tingkat pelayanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LOS = V/C$$

Dimana =

LOS = Tingkat pelayanan

V = Volume lalu-lintas

C = Kapasitas lalu-lintas

Sedangkan standarisasi nilai LOS ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.7 Standar Level Of Service (LOS)

LOS	Interval	Keterangan
A	0,00-0,19	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu-lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan.
B	0,20-0,44	Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.
C	0,45-0,74	Dalam zone arus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.
D	0,75-0,84	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima).
E	0,85-1,0	Volume lalu-lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.
F	<1	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.

2.4 Kondisi Geometrik persimpangan

Kondisi geometrik persimpangan merupakan variabel dalam analisis kinerja suatu persimpangan lalu-lintas. Dalam penelitian ini kondisi geometrik persimpangan yang dijadikan parameter adalah :

Tabel 2.8 Parameter Geometrik Persimpangan

Kondisi dan karakteristik geometrik		
	Pendekat	Daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. (Bila gerakan lalu-lintas ke kiri atau ke kanan dipisahkan dengan pulau lalu-lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat).
WA	Lebar pendekat	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu-lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan (m).
WMASUK	Lebar masuk	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
WKELUAR	Lebar keluar	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan

Kondisi dan karakteristik geometrik		
		oleh lalu-lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan (m).
We	Lebar efektif	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap WA, WMASUK dan WKELUAR dan gerakan lalu-lintas membelok; m).
L GRAD	Jarak landai jalan	Kemiringan dari suatu segmen jalan dalam arah perjalanan (+/-%).
Kondisi lingkungan		
COM	Komersial	Tata guna lahan komersial (sebagai contoh: toko, restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RES	Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
RA	Akses terbatas	Jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali (sebagai contoh, karena adanya hambatan fisik, jalan samping).
CS	Ukuran kota	Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.
SF	Hambatan samping	Interaksi antara arus lalu-lintas dan kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat.
Parameter pengaturan sinyal		
i	Fase	Bagian dari siklus-sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu-lintas (i = indeks untuk nomor fase).
c	Waktu siklus	Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama; det).
g	Waktu hijau	fuse untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det).
gmax	Waktu hijau maksimum	Waktu hijau maksimum yang diijinkan dalam suatu fuse untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (det).
gmin	Waktu hijau minimum	Waktu hijau minimum yang diperlukan (sbg.contoh, karena penyeberangan pejalan kaki, det).
GR	Rasio hijau	dalam suatu pendekat ($GR = g/c$).
ALL RED	Waktu merah semua	Waktu di mana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (det).
AMBER	Waktu kuning	Waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (det).
IG	Antar hijau	Periode kuning+merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det).
LTI	Waktu hilang	Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

2.5 Kapasitas Simbang

Kapasitas sistem jaringan jalan tidak hanya dipengaruhi oleh kapasitas ruas jalan tetapi juga kapasitas setiap persimpangannya. Berikut ini menjelaskan tentang perhitungan kapasitas simbang bersinyal.

$$C = S.g/c \text{ (smp/jam)}$$

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

g = Waktu hijau (det).

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

Adapun nilai arus jenuh suatu persimpangan berlampu lalu-lintas dapat dilihat dengan persamaan sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \text{ (smp/waktu hijau efektif)}$$

S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

S_0 = Arus Jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

F_{SC} = Faktor korelasi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

F_{SF} = Faktor korelasi arus jenuh akibat adanya gangguan samping yang meliputi faktor tipe lingkungan jalan dan kendaraan tidak bermotor

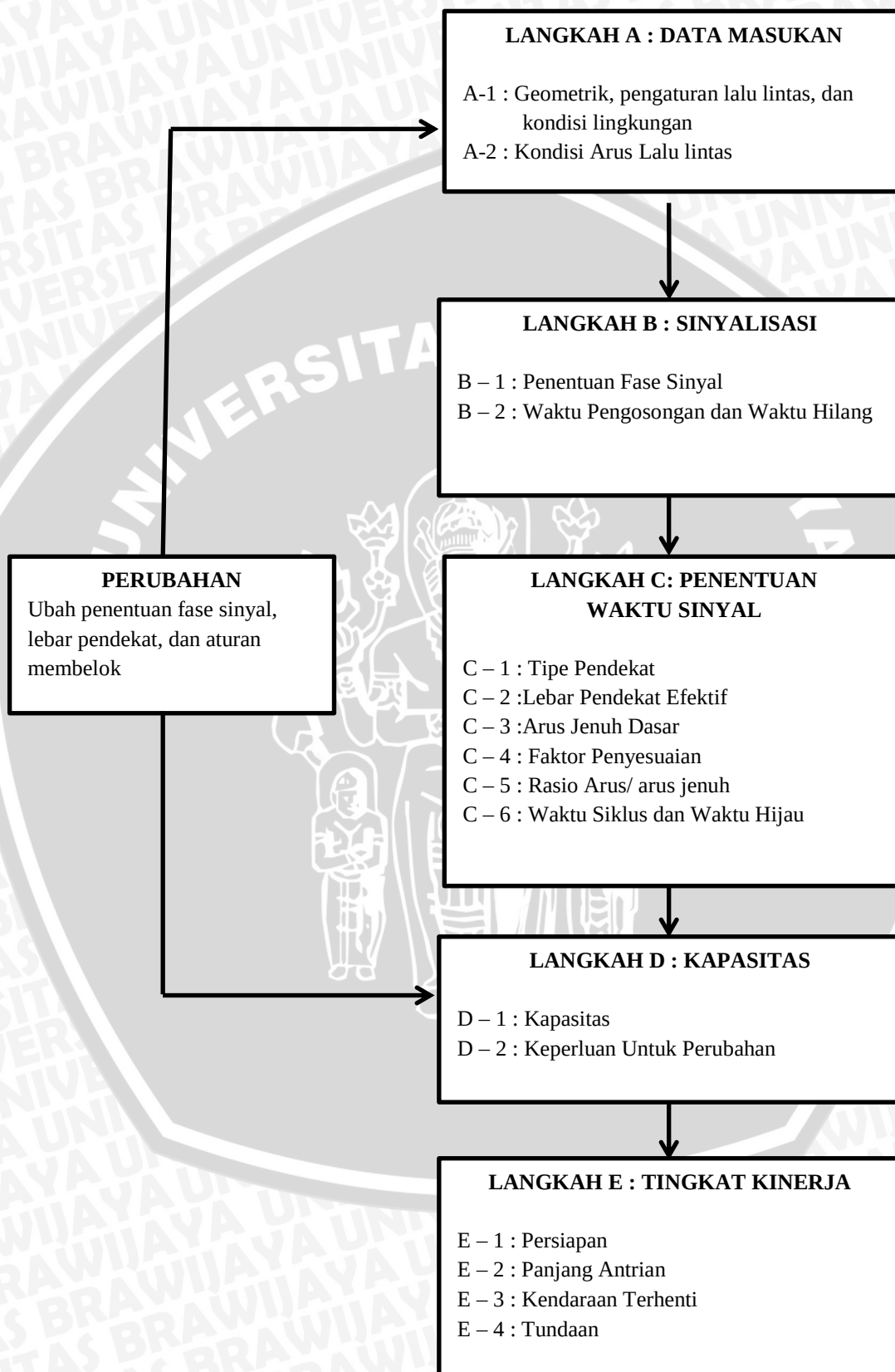
F_G = Faktor korelasi arus jenuh akibat kelandaian jalan

F_P = Faktor korelasi arus jenuh akibat adanya kegiatan parkir/dekat lengan persimpangan

F_{LT} = Faktor korelasi kapasitas akibat adanya pergerakan belok kiri

F_{RT} = Faktor korelasi kapasitas akibat adanya pergerakan belok kanan

Langkah-langkah perhitungan Kapasitas persimpangan dapat dilihat pada diagram alir dan tabel berikut ini.



Gambar 2.2 Bagan Alir Analisa Simpang Bersinyal

Tabel 2.9 Langkah-Langkah Perhitungan Kapasitas Perimpangan

No.	Kolom	Keterangan	Rumus
1.	Nama Jalan	Berisi tentang nama-nama jalan di wilayah studi.	-
2.	Tipe Lingkungan	Masukan tipe lingkungan jalan (ex. komersial, permukiman, akses terbatas) untuk tiap-tiap jalan.	-
3.	Rasio Kendaraan Berbelok	Hitung masing-masing pendekatan rasio kendaraan berbelok ke kiri (PLT) dan rasio berbelok ke kanan (PRT).	$PLT = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{total (smp/jam)}}$ $PRT = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{total (smp/jam)}}$
4.	Lebar Efektif (We)	Lebar Efektif pada setiap jalan.	-
5.	Nilai dasar (So)	Nilai dasar pada masing-masing jalan	So = 600 x We
6.	Ukuran Kota (Fsf)	Jumlah penduduk perkotaan.	(lihat tabel 2.4)
7.	Hambatan samping (Fsf)	Masukan tingkat hambatan samping Tinggi : besar arus berdasarkan pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas di samping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintas pendekatan, keluar masuk halaman di samping jalan tersebut. Rendah : besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.	(lihat tabel 2.5)
8.	Kelandaian	Masukan kelandaian dalam persen (naik = + %, turun = -%)	-
9.	Parkir	Masukan jarak normal antara garis normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir disebelah pendekatan, untuk kondisi yang dipelajari.	-
10.	Arus jenuh belok kanan (FRT) Arus jenuh belok kiri (FLT)	Hitung FLT dan FRT dengan rumus di samping.	$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$ $FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$
11.	Nilai Disesuaikan/asrus jenuh (S)	Hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya	$S = S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n$
12.	Arus Lalu-lintas (Q)	Jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekatan per satuan waktu diluar LTOR/belok kiri langsung (smp/jam).	-
13.	Rasio Arus (FR)	Rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekatan.	FR = Q/S
14.	Rasio arus simpang (IFR)	Penjumlahan nilai-nilai FR.	IFR = $\sum$ FRcrit
15.	Rasio Fase (PR)	Rasio untuk kritis dibagi dengan rasio arus simpang.	FRcrit / IFR

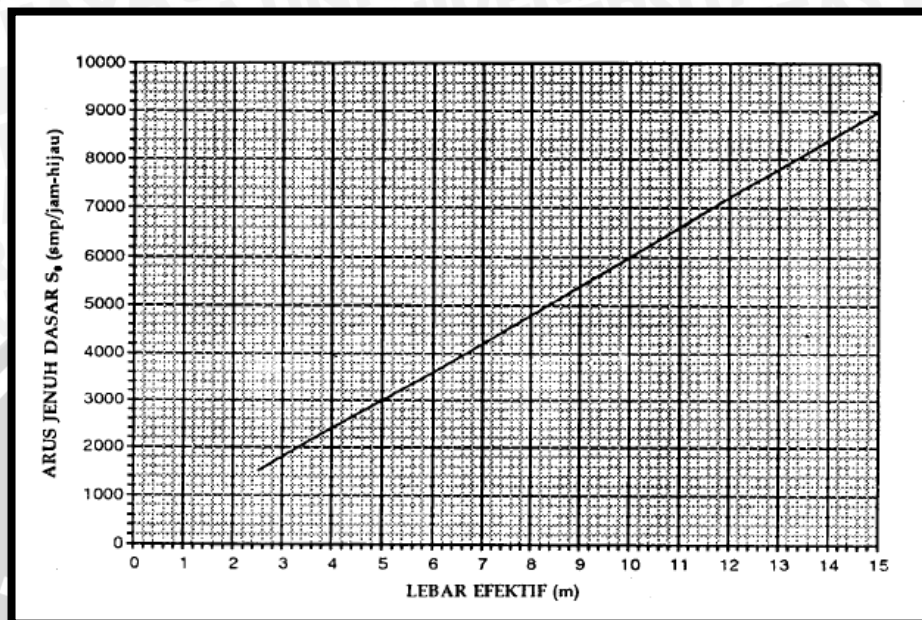
No.	Kolom	Keterangan	Rumus
16.	Waktu Siklus (c)	Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap, dan masukan hasilnya ke dalam kotak dengan tanda “waktu siklus”.	$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$ Dimana: Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian LTI = waktu hilang persiklus IFR = rasio arus simpang
17.	Waktu Hijau (g)	Hitung waktu hijau (g) untuk masing-masing jalan.	$g_i = (Cua - LTI) \times PRI$ Dimana : g_i = tampilan waktu hijau pada fase I Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian LTI = waktu hilang total persiklus PRI = rasio fase FR crit / ($\sum$ FRcrit)
18.	Kapasitas	Hitung kapasitas pada masing-masing pendekatan dengan rumus di samping.	$C = S \times g/c$
19.	Derajat kejenuhan (DS)	Hitung derajat kejenuhan untuk masing-masing pendekatan.	Q/C

Tabel 2.10 Panjang Antrian dan Jumlah Kendaraan Terhenti dan tundaan

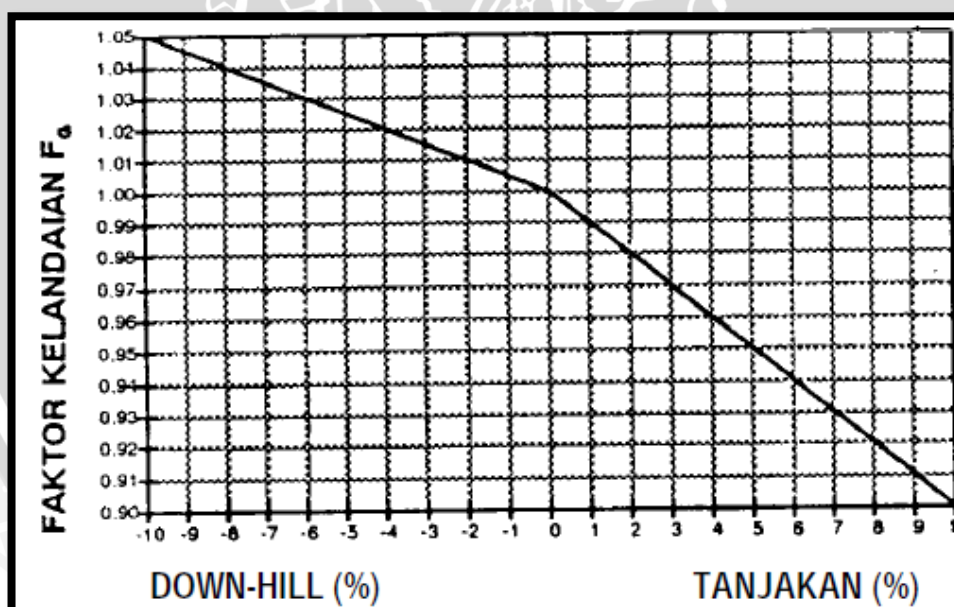
No.	Kolom	Keterangan	Rumus
1.	Arus Lalu-lintas (Q)	Jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekatan persatuan waktu diluar LTOR/belok kiri langsung (smp/jam).	-
2.	Kapasitas (C)	Hitung kapasitas pada masing-masing pendekatan dengan rumus di samping.	$C = S \times g/c$
3.	Derajat Kejenuhan (DS)	Hitung derajat kejenuhan untuk masing-masing pendekatan.	Q/C
4.	Rasio Hijau (GR)	Hitung rasio hijau untuk masing-masing pendekatan.	$GR = g/c$
5.	NQ1	Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan DS untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Gunakan rumus di samping.	$NQ1 = 0,25 \times C \times \frac{[(DS-1) + \sqrt{8 \times (DS - 0,5)}}{C}$ Dimana : NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya DS = derajat kejenuhan GR = rasio hijau C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S X GR)
6.	NQ2	Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2). Gunakan rumus di samping.	$NQ2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$ Dimana : NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah DS = derajat kejenuhan GR = rasio hijau

No.	Kolom	Keterangan	Rumus
7.	Total NQ (NQ)	Dapatkan jumlah kendaraan antri dan masukan pada kolom selanjutnya.	$c = \text{waktu siklus}$ $NQ = NQ1 + NQ2$
8.	NQ max	Hitung NQ max dengan menyesuaikan NQ dengan gambar yang telah disediakan.	(lihat gambar 2.2
9.	Panjang antrian (QL)	Hitung panjang antrian QL dengan mengalikan NQ MAX dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m ²) kemudian bagilah dengan lebar masukannya.	$QL = \frac{NQ \text{ MAX} \times 20}{W \text{ Masuk}}$
10.	Rasio Kendaraan (NS)	Hitung laju henti (NS) untuk masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dengan rumus di samping.	$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$ Dimana : $c = \text{waktu siklus}$ $Q = \text{arus lalu-lintas}$
11.	Jumlah Kendaraan Terhenti (NSV)	Hitung jumlah kendaraan terhenti (NSV) untuk masing-masing pendekat dengan rumus di samping.	$NSV = Q \times NS$
12.	Tundaan Lalu-lintas	Hitung untuk setiap pendekat tundaan lalu-lintas rata-rata (DT) akibat pengaruh timbal balik dari gerakan-gerakan lainnya dan dapat dilihat pada rumus berikut.	$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$ Dimana : DT = tundaan lalu-lintas rata-rata $c = \text{waktu siklus yang disesuaikan}$ $A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR \times DS}$ GR = Rasio hijau (g/c) DS = derajat kejenuhan NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya C = kapasitas
13.	Tundaan Geometrik rata-rata DGj	Tentukan untuk masing-masing pendekat tundaan geometrik rata-rata (DGj) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan ketika dihentikan oleh lampu merah.	$DGj = (1-Psv) \times Pr \times 6 + Psv \times 4$ Dimana : DGj = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j Psv = rasio kendaraan terhenti pada pendekat Pr = rasio kendaraan berbelok pada pendekat
14.	Tundaan Rata-Rata	Hitung tundaan rata-rata dengan rumus di samping.	$DT + DG$ Dimana : DT = tundaan lalu-lintas rata-rata DG = tundaan geometrik rata-rata
15.	Tundaan Total	Hitung tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu-lintas.	$Q \times D$

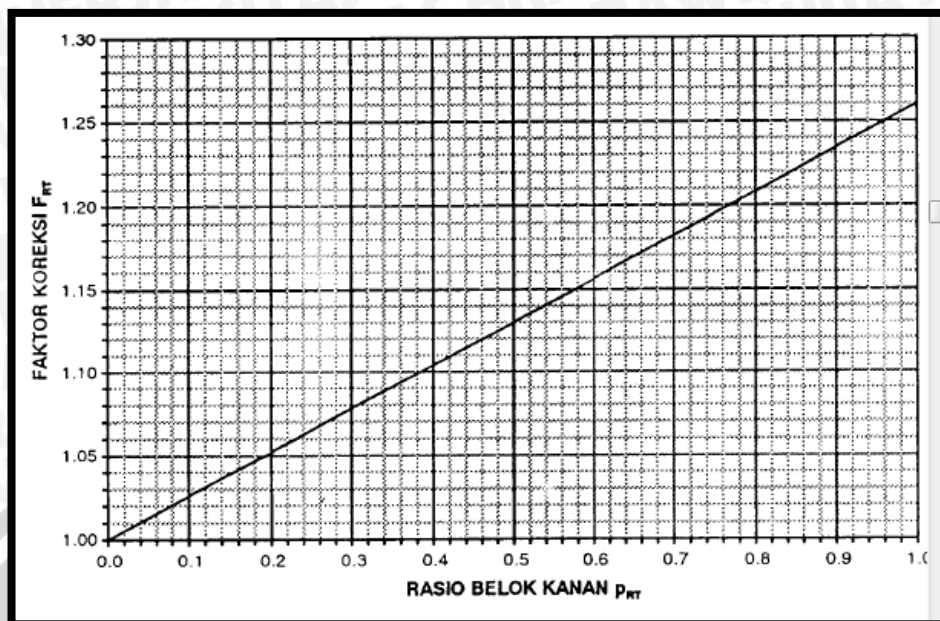
Berikut adalah grafik faktor penyesuaian untuk menentukan arus jenuh dasar, kelandaian (F_g), kendaraan belok kanan (PRT), kendaraan belok kiri (PLT), serta jumlah antrian ($NQ_{\max}$).



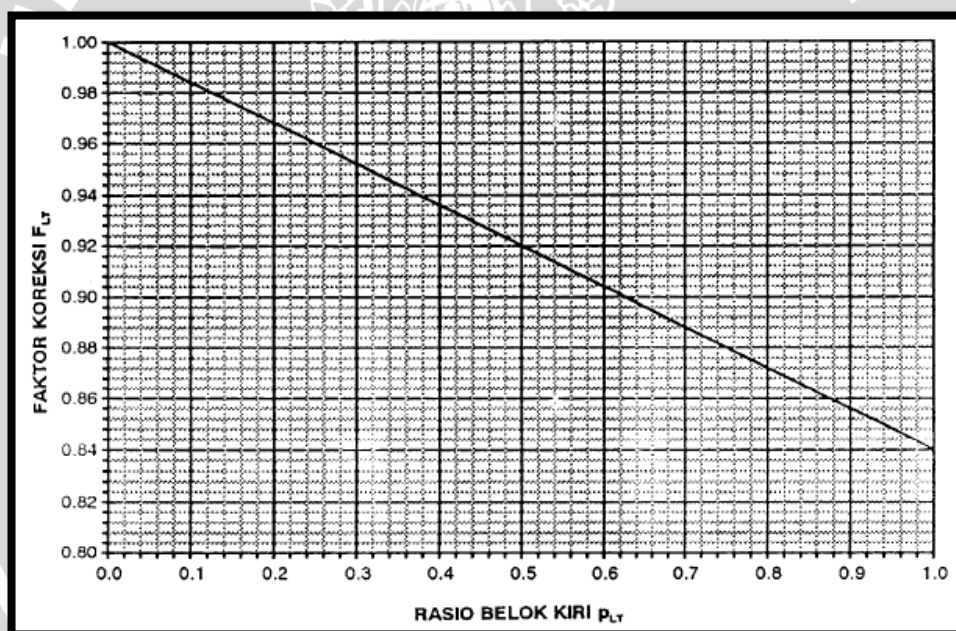
Gambar 2.3 Arus jenuh dasar untuk tipe pendekat P



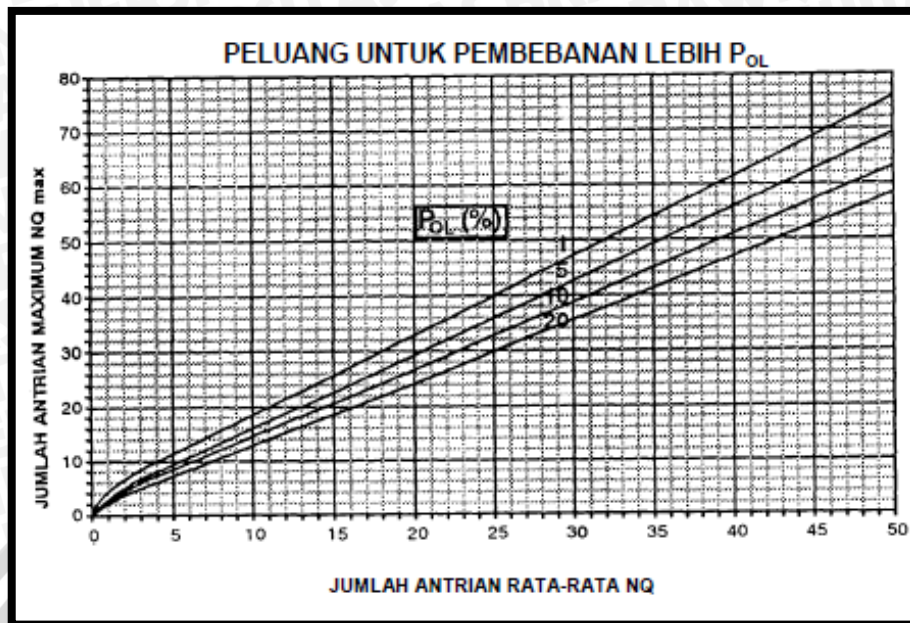
Gambar 2.4 Faktor Kelandaian Untuk Penyesuaian P



Gambar 2.5 Faktor penyesuaian untuk belok kanan (FRT)



Gambar 2.6 Faktor penyesuaian untuk belok kiri (FLT)



Gambar 2.7 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp

2.6 Pemodelan Transportasi

2.6.1 Pemodelan Dinamis

Pemodelan didefinisikan sebagai “penyederhanaan”. Tujuan dari pemodelan adalah melakukan suatu sistem yang kompleks dan mengidentifikasi sistem dan bagaimana hubungan satu dengan yang lainnya. Selain itu, pemodelan juga berfungsi untuk tindakan, reaksi, serta bagaimana konsekuensinya. Sedangkan pemodelan dinamik adalah proses untuk menjelaskan beragam ilmu pengetahuan yang menggunakan komputer untuk menjelaskan penjelasan akhir.

Evolusi dan pertumbuhan sistem pemodelan sejalan dengan munculnya teknologi komputer. Pemodelan sebelumnya merupakan direfensiasi seperti model-model statistik dan hanya fokus pada keterkaitan sedangkan pemodelan sistem dinamik dianggap lebih baik karena memungkinkan untuk pengujian teori dan eksplorasi. Ketika teknologi menjadi lebih terjangkau dalam peningkatan daya proses, upaya untuk mengembangkan model yang lebih kompleks menjadi meningkat dan terdapat software khusus yang mampu memproses informasi, seperti *STELLA*.

2.6.2 Program *STELLA*

STELLA adalah sebuah program yang diproses menggunakan grafik, yang akan menimbulkan aksesibilitas dari simbol-simbol yang telah ditentukan dalam

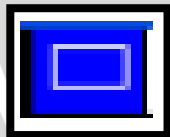
bentuk *icon*. Variabel yang digunakan sangat simple dan menghasilkan *icon-icon* yang saling menghubungkan antara variabel dalam sebuah sistem. Tujuannya adalah menjelaskan dan meramalkan sebuah kondisi pada suatu sistem. Kondisi dinamik akan terjadi pada multisegi dan saling berhubungan.

Didalam program *stella* ada tiga jenjang (layering) untuk mempermudah pengelolaan model, terutama untuk model yang sangat kompleks. Hal ini sangat bermanfaat baik untuk program model maupun untuk penggunaan model tersebut. Ketiga jenjang tersebut adalah :

1. *High-Level Mapping Layer*, yakni jenjang antar-muka bagi pengguna (*user interface*). Pada jenjang ini pengguna model dapat bekerja, seperti mengisi parameter model dan melihat tampilan keluaran.
2. *Model Contruction Layer*. Jenjang ini adalah tempat model berbasis 'Flow Chart'. Apabila pengguna model ingin memodifikasi struktur model dapat dilakukan di jenjang ini.
3. *Equation Layer*. Pada jenjang ini dapat dilihat persamaan-persamaan matematik yang digunakan dalam model.

Ketiga jenjang diatas saling terkait. Penulis (*programmer*) maupun pengguna (*user*) model dapat pindah dari satu jenjang ke jenjang lainnya. Berikut merupakan paparan beberapa simbol-simbol yang perlu diketahui, antara lain :

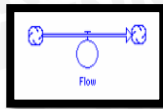
1. *Stocks*



Yaitu elemen sistem yang digunakan untuk mempresentasikan variabel utama, yang berfungsi untuk menyimpan informasi berupa nilai suatu parameter yang masuk kedalamnya. Cara menggunakannya adalah :

- a. Pilih *icon stock* dengan meng-klik satu kali pada *icon bulding block*
- b. Arahkan mause ke lokasi yang diinginkan pada diagram
- c. Klik satu kali untuk menyimpan/meletakkan *stock*

2. Flows



Yaitu elemen sistem yang mempresentasikan aktivitas atau perubahan dari setiap variabel dan berfungsi menambah atau mengurangi *stocks*. Arah panah menunjukkan arah aliran tersebut. Aliran bisa satu arah maupun dua arah. Cara menggunakannya adalah :

- Pilih *icon flow* dengan meng-klik satukali pada ikon bulding block
- Arahkan mause ke lokasi start yang diinginkan pada diagram halaman klik dan tahan
- Arahkan/pindahkan kursor ke tempat dimana *flow* akan berakhir, kemudian lepaskan.

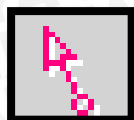
3. Converter



Yaitu variabel utama hasil kalkulasi dari model, dan transformasi dari input pada masa depan dimana hasilnya akan menjelaskan transformasi variabel yang akan menjadi kontrol variabel. Fungsi *Converter* adalah menyimpan konstanta, input bagi suatu persamaan, melakukan kalkulasi dari berbagai input lainnya atau menyimpan data dalam bentuk grafis (tabulasi x dan y). Secara umum, fungsinya adalah untuk mengubah suatu input menjadi autput. cara menggunakannya adalah :

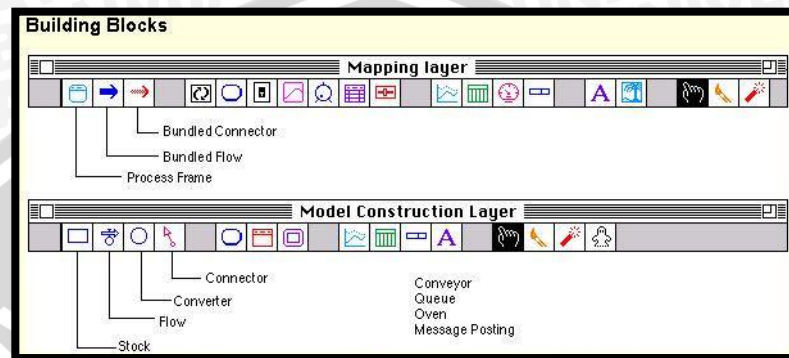
- Pilih *icon Converter* dengan meng-klik satu kali pada *icon bulding block*
- Arahkan mause ke lokasi start yang diinginkan
- Klik satu kali untuk menyimpan *converter*

4. Conector



Yaitu elemen sistem yang menghubungkan dengan parameter atau parameter dengan parameter. Cara menggunakannya adalah :

- Pilih *icon conector* dengan meng-klik satu kali pada *icon bulding block*
- Pilih *Stock*, *Flow* atau *Converter* dihalaman dengan cara klik dan tahan
- Arahkan kursor ke targer bisa *Converter* atau *flow* kalau sudah tersambung lepaskan. Ketika membuat sambungan/kontak, target akan berwarna abu-abu.



Gambar 2.8Tampilan alat bantu untuk menyusun model pada *STELLA*, *building blocks* pada *Mapping layer* dan *Model Construction layer*

Pada gambar diatas menjelaskan elemen atau *icon-icon* yang terdapat pada leyer *STELLA* yang digunakan untuk oprasi model. Berikut adalah *icon* utama dalam proses oprasionalisasi program *STELLA* :

1. *Stock*, untuk meletakkan *icon* variabel utama.
2. *Flow*, untuk meletakkan *icon* pendukung variabel utama.
3. *Converter*, untuk meletakkan *icon* sub variabel dengan variabel utama atau sub variabel dengan subvariabel.
4. *Prossesing diamond*, untuk mengetahui tingkat keterkaitan antar variabel.
5. *Button*, merupakan *icon* bantuan apabila terdapat bagian yang tidak dimengerti.
6. *Frame*, membatasi masing-masing pemodelan sesuai dengan variabel utamanya.
7. *Grafick path*, untuk melihat hasil pemodelan dalam bentuk grafik.
8. *Tabel path*, untuk melihat hasil tabulasi pemodelan dalam bentuk tabel.
9. *Indicator status*, untuk menunjukan tingkat hubungan indikator pada tingkat *converter*.

10. *Numberick display*, untuk menentukan perhitungan secara matematik pada pemodelan *STELLA*.
11. *Text box*, untuk memberikan keterangan tambahan pada icon.
12. *Frame grafik*, untuk membatasi masing-masing grafik apabila grafik yang hasilnya lebih dari satu.
13. *Arrow*, untuk memberikan arah panah saling keterhubungan atau keterkaitan.
14. *Paint brush*, untuk memberikan warna yang berbeda pada masing-masing *icon*.
15. *Eraser*, untuk menghapus apabila terjadi kesalahan diagram pemodelan
16. *Ghost*, untuk menyembunyikan *icon* tampilan diagram *STELLA*.

A. Prinsip pemodelan dinamik dengan *STELLA*

Terdapat beberapa prinsip yang perlu diketahui sebelum mengaplikasikan model dengan menggunakan software *STELLA*, antara lain :

1. Menentukan permasalahan utama dan tujuan pemodelan.
2. Menentukan variabel utama.
3. Mendesign variabel utama.
4. Menentukan parameter untuk variabel kontrol.
5. Memberikan bentuk dan struktur pemodelan.
6. Menentukan jangka waktu untuk menguji kesesuaian dinamik model.
7. Membandingkan hasil dengan data.
8. Memperbaiki parameter, struktur pemodelan untuk menggambarkan kompleksitas pemodelan dan mendapatkan hasil percobaan yang terbaik

B. Kelebihan menggunakan pemodelan dinamik dengan *STELLA*

Pemodelan dinamik dengan *STELLA* memiliki beberapa kelebihan antara lain :

1. Pemodelan yang dihasilkan akan menyerupai dengan kondisi yang hampir sama dengan kondisi nyata.
2. Memprediksi kondisi perubahan dimasa depan sesuai dengan perubahan sistem dinamik.
3. Mengidentifikasi adanya fluktuasi pada sistem kompleks.

4. Mampu mengorganisasikan variabel dalam sebuah sistem.
5. Merupakan alat untuk mengembangkan data dan ide yang dihasilkan dari studi atau penemuan.

2.7 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu analisa yang bertujuan untuk melihat akibat dari perubahan parameter-parameter terhadap kinerja suatu sistem sehingga dapat mengetahui berapa besar perubahan yang dapat ditolerir sebelum solusi optimal mulai kehilangan optimalisasinya.

2.7.1 Manajemen Lalu-lintas

PP No. 43 tahun 1993 mendefinisikan bahwa manajemen lalu-lintas meliputi perencanaan, pengaturan, pengawasan, dan pengendalian lalu-lintas. Perencanaan dan manajemen lalu-lintas meliputi penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan, inventarisasi dan evaluasi tingkat pelayanan, penetapan dan pemecahan permasalahan lalu-lintas, serta penyusunan perencanaan dan program pelaksanaan.

Komponen lalu-lintas meliputi manusia (pengguna jalan), kendaraan, dan jalan. Oleh karena itu, dalam manajemen lalu-lintas dan sasaran perencanaan diperlukan perencanaan yang saling berhubungan satu sama lain. Peraturan perundang-undangan dan manajemen lalu-lintas ditunjukan untuk mengatur ketiga komponen di atas sehingga bertujuan untuk melancarkan arus lalu-lintas dan mengantisipasi tingkat kecelakaan.

Dalam upaya manajemen lalu-lintas pada dasarnya adalah mengoptimalkan kapasitas jaringan jalan untuk menampung volume lalu-lintas. Pada umumnya, persoalan utama dari lalu-lintas adalah kapasitas jalan yang sudah mendekati tingkat kejenuhan atau malah sudah melampaui batas, yang berarti sediaan (kapasitas c) lebih kecil daripada permintaan (volume lalu-lintas). Dari permasalahan tersebut berdampak pada kemacetan lalu-lintas, kesemrautan dan kecelakaan.

Pemecahan persoalan lalu-lintas yang bersumber dari ketidak seimbangan antara C dan V dapat ditempuh dengan tiga cara :

1. Menambah C dengan membangun jaringan jalan baru atau melebarkan jalan yang sudah ada. Cara ini tidak mungkin dilakukan secara terus

menerus karena solusi ini tergantung pada kondisi eksisting dan sesuai dengan kebutuhan.

2. Mengurangi V dengan mengurangi banyaknya kendaraan yang melewati jalan tertentu. Cara ini hanya efektif untuk sementara, apalagi jumlah kepemilikan jumlah kendaraan meningkat setiap tahunnya. Jumlah kepemilikan jumlah kendaraan tidak bisa diimbangi dengan laju pembangunan jalan.
3. Penggabungan cara satu dan dua melalui kebijakan lalu-lintas yang tertuang dalam manajemen lalu-lintas dan peraturan perundang-undangan tentang per lalu-lintasan.

Upaya pengendalian lalu-lintas tidak cukup hanya diatur melalui peraturan perundang-undangan, tetapi perlu menyeimbangkan dengan upaya di bidang manajemen dan rekayasa guna untuk mendukung upaya hukum. Lalu-lintas telah berkembang dengan amat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi otomotif. Kemampuan oleh gerak kendaraan semakin tinggi pula. Oleh sebab itu, dituntut dalam pengembangan rekayasa jaringan jalan misalnya sistem persimpangan dengan sistem simpang susun. Perencanaan sirkulasi lalu-lintas, sistem parkir, dan angkutan masal, itu semua merupakan sisi lain dari manajemen lalu-lintas.

2.7.2 Tujuan Manajemen Lalu-lintas

Tujuan manajemen lalu-lintas adalah :

1. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu-lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan dengan sarana penunjang yang tersedia.
2. Meningkatkan keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan dengan sebaik mungkin.
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu-lintas tersebut berada.
4. Mempromosikan penggunaan energi secara efisien ataupun pengguna energi lain yang dampak negatifnya lebih kecil dari pada energi yang ada.

2.7.3 Sasaran Manajemen Lalu-lintas

Sasaran manajemen lalu-lintas sesuai dengan tujuan manajemen lalu-lintas adalah sebagai berikut:

1. Mengatur dan menyederhanakan lalu-lintas dengan melakukan pemisah terhadap tipe, kecepatan, dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan terhadap lalu-lintas.
2. Mengurangi tingkat kemacetan lalu-lintas dengan menaikkan kapasitas atau mengurangi volume lalu-lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan kontrol terhadap aktivitas-aktivitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut harus dikontrol.

2.7.4 Alternatif Arahan Geometrik

A. Pengaturan kembali rute pergerakan

Salah satu strategi dalam pemecahan masalah kemacetan adalah memindahkan beban lalu-lintas ke rute lainnya atau mungkin dengan cara pengaturan yang lain seperti membuat jalan satu arah, dalam hal ini tetap harus mempertimbangkan waktu dan konsisten pada penanganan jangka panjang.

B. Memperkecil hambatan samping

Salah satu hambatan samping yang menyebabkan kemacetan adalah parkir *on street*. Karena parkir yang tidak sesuai pada tempatnya itu jelas menyebabkan berkurangnya lebar efektif jalan dan kapasitas jalan. Hal ini diperburuk dengan manuver kendaraan yang akan parkir maupun yang akan bergerak setelah parkir. Untuk itulah perlu adanya larangan parkir pada jalan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut.

2.7.5 Alternatif arahan mengatur lalu-lintas simpang bersinyal

A. Penanganan dan pengaturan kembali kinerja lampu lalu-lintas

Apabila diterapkan dengan tepat dan benar, sistem lampu lalu-lintas (SLLL) adalah alat kontrol lalu-lintas yang efektif untuk jaringan jalan raya. Namun demikian, SLLL bukanlah penangkal terjadinya masalah lalu-lintas seperti kemacetan, kecelakaan, dll. Fungsi utama SLLL adalah untuk memberikan hak berjalan (*right of way*) secara bergantian kepada beberapa pergerakan kendaraan dan orang dipersimpangan. Sedangkan SLLL yang

didesain dan dioperasikan dengan benar dan tepat pada umumnya mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatkan daya dukung persimpangan dalam melayani arus kendaraan.
2. Mengurangi terjadinya kecelakaan, khususnya tabrakan “*right angle*” dan kendaraan dengan pejalan kaki.
3. Menciptakan “*gap*” dari arus kendaraan yang padat untuk memberi hak berjalan bagi arus kendaraan lain atau pejalan kaki memasuki persimpangan.
4. Memberikan rasa percaya kepada pengendara bahwa hak berjalannya terjamin dan menumbuhkan rasa disiplin.

Sebaliknya SLLL yang tidak didesain dengan benar akan tidak dioperasikan dengan tepat atau yang tidak diperbarui dari waktu ke waktu akan menghasilkan beberapa kerugian, antara lain :

1. Terjadinya kelambatan yang tidak perlu baik pada arus utama maupun pada arus sekunder yang melebihi tundaan apabila persimpangan dikontrol dengan rambu “*stop*”.
2. Meningkatkan kecelakaan seperti tabrakan “*rear and*” dan juga tabrakan melibatkan kendaraan belok kanan apabila panah hijau tidak menyala.
3. Banyaknya fase lampu dapat menurunkan kapasitas jalan akibat meningkatnya rasio waktu hijau terhadap waktu siklus yang akhirnya dapat mengurangi daya dukung dan kapasitas persimpangan dan koridor.
4. SLLL yang tidak didahului oleh studi lalu-lintas (*unwarranted*) seringkali menyebabkan kelambatan yang berkepanjangan yang berakibat tidak dihiraukannya kontrol lampu oleh pengendara.
5. Waktu hijau jumlah fase, dan interval yang tidak tepat dari SLLL menyebabkan kelambatan dan antrian kendaraan yang panjang yang merugikan para pengendara, meningkatkan polusi dan pemborosan energi.

B. Penentu jenis fase lampu lalu-lintas yang dapat memperbesar kapasitas

Apabila timbul masalah kapasitas pada persimpangan yang diatur isyarat lampu, maka langkah-langkah berikut dapat meningkatkan kapasitas lampu pengatur lalu-lintas :

1. Menetapkan siklus optimal.
2. Menetapkan susunan fase yang optimal.
3. Meningkatkan kapasitas jalan terutama pada mulut persimpangan, dan menyediakan lajur untuk gerakan yang membelok dan tempat penumpukan.
4. Mengoordinasikan persimpangan-persimpangan yang diatur dengan lampu lalu-lintas.
5. Menentukan sistem pengaturan yang optimum terhadap arus pejalan kaki.

C. Pengaturan arus pergerakan simpang bersinyal

Dibutuhkan pengendalian persimpangan karena ruang jalan pada persimpangan harus digunakan bersama, maka kapasitas ruas jalan biasanya dibatasi oleh kapasitas kaki persimpangan. Di samping itu, masalah keamanan juga timbul di persimpangan. Sebagai akibatnya kapasitas jaringan dan keselamatan terutama ditentukan oleh persimpangan. Oleh karena itu, persimpangan merupakan masalah utama di dalam manajemen lalu-lintas di daerah perkotaan.

Sebagian besar masalah yang terjadi di persimpangan menyangkut konflik pergerakan, terutama kendaraan yang akan membelok kekanan (hampir sebagian besar persimpangan menerapkan kendaraan yang membelok ke kiri diperbolehkan langsung membelok). Pemecahannya berupa peningkatan kapasitas persimpangan yang dapat dengan berbagai cara, dan mengurangi arus lalu-lintas.

Peningkatan kapasitas membutuhkan beberapa perubahan. Perubahan tersebut dengan cara pengendalian dan mengurangi arus pada persimpangan yang dapat dilakukan dengan cara :

1. Mengalihkan lalu-lintas kendaraan ke rute-tute lain.

2. Membatasi dilakukannya perjalanan.

Tidak satupun dari kedua cara tersebut mengarah pada bertambah panjangnya perjalanan dan dapat berakibat buruk.



2.8 Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metodologi Penelitian	Perbandingan Penelitian	Variabel yang diambil
1.	Skripsi jurusan perencanaan wilayah dan kota universitas Brawijaya (Taufan)	Model Dinamis Kapasitas Jalan pada kawasan alun-alun Kota Malang	1. Mengidentifikasi Kapasitas Jalan dan tingkat pelayanan jalan pada kawasan alun-alun Kota Malang 2. Mengidentifikasi model dinamis kapasitas jalan pada kawasan alun-alun kota Malang	1. Kapasitas Simpang 2. Volume Jalan	Kuantitatif - MKJI 1997 - STELLA	Persamaan penelitian ini dengan evaluasi simpang bersinyal adalah keduanya sama-sama menghitung kapasitas simpang dan volume jalan dan selanjutnya melakukan pemrograman STELLA untuk mengetahui model dinamis dalam wilayah studi. Sedangkan perbedaan penelitian ini adalah penelitian sebelumnya tidak melakukan manajemen lalu-lintas untuk arahan rencana perbaikan jalan di wilayah studi	1. Variabel penelitian - volume dan kapasitas 2. Metode STELLA
2.	Tesis jurusan spil kekhususan rekayasa transportasi (Hasyim)	Evaluasi kinerja tiga persimpangan tak bersinyal (studi kasus : persimpangan	1. Mengevaluasi kinerja ketiga persimpangan tak bersinyal meliputi derajat kejenuhan dan tundaan 2. Memberikan berapa	1. Persimpangan jalan 2. Volume lalu-lintas 3. Kapasitas 4. Derajat kejenuhan 5. Tundaan	Kuantitatif - MKJI 1997	Persamaan penelitian ini dengan evaluasi simpang bersinyal adalah keduanya sama-sama menghitung	1. Variabel penelitian -volume dan kapasitas

No	Jenis	Judul	Tujuan	Variabel Penelitian	Metodologi Penelitian	Perbandingan Penelitian	Variabel yang diambil
		tiga kaki dikawasan pasar besar kota malang)	usulan guna perbaikan kinerja persimpangan			kapasitas, volume, persimpangan, derajat kejenuhan, dan tundaan. Sedangkan perbedaanya adalah penelitian ini merupakan penelitian di kawasan simpang tak bersinyal, jadi tidak ada perhitungan fase sinyal.	
3.	Tesis jurusan sipil kekhususan teknik transportasi	Studi alternatif pengaturan lampu lalu lintas di kawasan tertib lalu-lintas	1. Menganalisa kinerja lampu lalu-lintas pada persimpangan jalan 2. Menganalisa pengaturan lampu lalu-lintas pada persimpangan	1. Persimpangan 2. Arus lalu-lintas 3. Setting lampu lalu-lintas	Kuantitatif - MKJI 1997	Persamaaan penelitian ini adalah keduanya sama-sama menghitung fase sinyal dan arahan rencana berupa setting lampu lalu-lintas. Sedangkan perbedaanya adalah penelitian ini hanya terfokus pasa pengaturan lampu lalu-lintas saja	1. Sub variabel - fase sinyal - arahan rencana (setting lampu lalu-lintas)

