

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan masyarakat dengan beragam aktifitas untuk memenuhi kebutuhan hidupnya menyebabkan peningkatan laju pertumbuhan lalu lintas. Dalam memenuhi kebutuhan akan transportasi baik berupa barang maupun pergerakan manusia dalam masyarakat diperlukan angkutan dengan berbagai jenis kendaraan. Seiring dengan pertumbuhan lalu lintas maka transportasi jalan perlu diatur dengan baik sehingga dapat mengimbangi perkembangan lalu lintas yang terjadi.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode MKJI 1997. Hal ini dilakukan karena MKJI 1997 merupakan alat untuk menghitung kinerja simpang dengan dasar perhitungan menggunakan data empirik sehingga dapat dibandingkan dengan kenyataan kinerja simpang di lapangan pada lengan mayor (lengan jalan arteri sekunder). Penelitian dilakukan di Yogyakarta karena contoh – contoh permasalahan pada MKJI 1997 hanya memuat kota – kota besar seperti Jakarta, Bandung dan Medan. Untuk itu dilakukan ujicoba di kota sedang (Yogyakarta) pada simpang tiga jalan arteri sekunder.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah mencari hubungan antara hasil panjang antrian lapangan dan panjang antrian metode MKJI 1997 pada simpang tiga bersinyal.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini antara lain adalah memperoleh gambaran secara jelas mengenai panjang antrian pada simpang bersinyal Jalan Laksda Adisucipto dan Jalan Ipda Tut Harsono (persimpangan IAIN).

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, maka dibuat batasan – batasan dalam penelitian sebagai berikut .

1. Lokasi penelitian adalah simpang pertigaan Jalan Laksda Adisucipto dan Jalan Ipda Tut Harsono (persimpangan IAIN) yang merupakan jalan arteri sekunder, dengan segala fenomena yang ada sekarang.
2. Perilaku lalu lintas yang ditinjau adalah panjang antrian simpang bersinyal persimpangan Jalan Laksda Adisucipto dan Jalan Ipda Tut Harsono (persimpangan IAIN) pada lengan bagian barat.
3. Pengambilan data dilakukan pada jam sibuk pagi (6.45 – 08.15), siang (11.30 – 13.00) dan sore (16.00 – 17.30) selama 6 hari kerja.
4. Pedoman standar MKJI 1997 dipakai untuk menghitung panjang antrian.

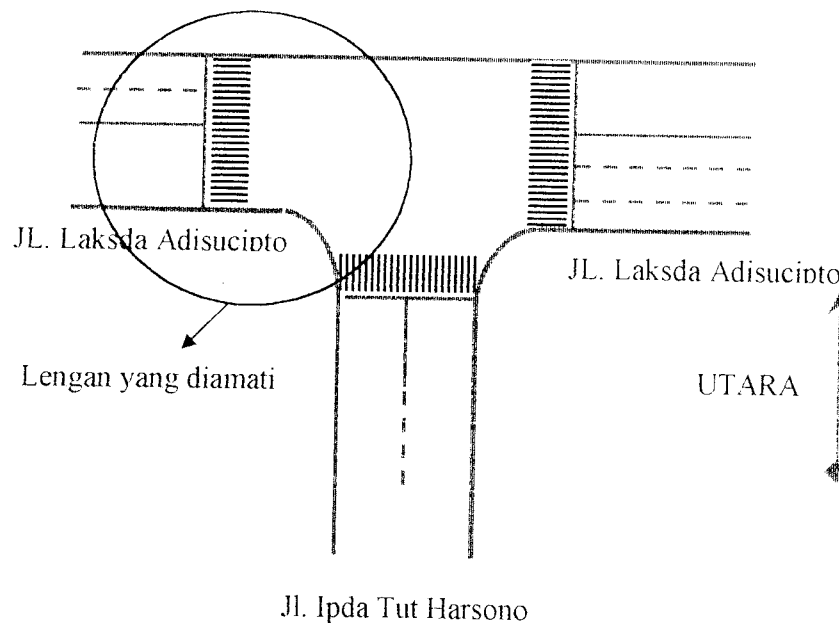
5. Program yang digunakan dalam perhitungan analisis panjang antrian adalah *Microsoft Excel XP*.

1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di kota Jogjakarta, Propinsi Daerah Istimewa Jogjakarta, tepatnya pada pertemuan Jalan Laksda Adisucipto (Jalan Solo) dan Jalan Ipda Tut Harsono (persimpangan IAIN). Lokasi ini dipilih karena :

1. untuk melihat apakah MKJI cocok diterapkan pada jalan arteri, dan
2. untuk melihat apakah simpang tiga bersinyal cocok dipakai pada metode MKJI.

Ruas yang ditinjau memiliki trotoar, *kerb* dan fasilitas penyeberangan jalan bagi pejalan kaki serta memiliki tiga fase pergerakan (posisi sinyal).



Gambar 1.1 Lokasi Pengamatan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang

Simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat/lengan dengan arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi jalan dikenal tiga macam simpang yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang dan kombinasi keduanya (HOBBS, 1995). Simpang bersinyal berdasarkan pengaturan lalulintasnya ada dua jenis yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan (MKJI, 1997).

2.2 Karakteristik Sinyal Lalulintas

Sinyal lalulintas adalah suatu peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau elektrik untuk mengatur kendaraan – kendaraan agar berhenti atau berjalan. Biasanya alat ini terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning dan hijau.

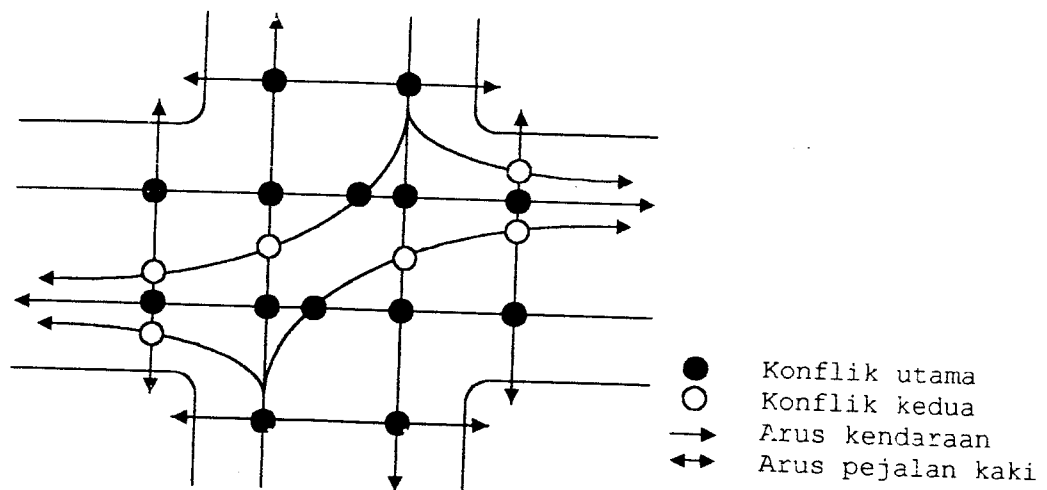
Penggunaan sinyal dengan tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalulintas yang menyebabkan konflik, baik konflik utama maupun konflik kedua (lihat Gambar 2.1).

Jika hanya konflik utama yang dipisahkan, pengaturan sinyal lalu lintas hanya dengan dua fase dapat memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa

kejadian. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus. Namun demikian, penggunaan sinyal tidak selalu meningkatkan kapasitas dan keselamatan dari simpang tertentu karena berbagai faktor lalulintas (MKJI 1997).

Menurut MKJI 1997, beberapa definisi pengaturan sinyal antara lain:

- a. fase sinyal adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalulintas,
- b. waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal di dalam suatu pendekatan yang sama dalam satuan detik,
- c. waktu hijau adalah waktu nyala hijau suatu pendekatan dalam satuan detik,
- d. rasio hijau adalah perbandingan antara waktu hijau dan waktu siklus suatu pendekat dalam satuan detik,
- e. waktu merah semua adalah waktu ketika sinyal merah menyala bersamaan pada pendekat – pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan dalam satuan detik,
- f. waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang juga dapat diperoleh dari selisih antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan,
- g. waktu kuning adalah waktu ketika lampu kuning dinyalakan setelah hijau pada suatu pendekat dalam satuan detik.



Gambar 2.1 Konflik-konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan
 Sumber: Gambar 1.2.1 Simpang bersinyal MKJI 1997

2.3 Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas menyatakan ukuran yang menerangkan kondisi seperti yang dinilai oleh Pembina jalan. Perilaku lalulintas pada simpang bersinyal meliputi waktu sinyal, kapasitas, rasio kendaraan terhenti, panjang antrian dan tundaan rata-rata (MKJI 1997).

2.3.1 Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalulintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas biasanya dalam kendaraan/jam atau smp/jam (MKJI 1997).

2.3.2 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang

Pada umumnya lalulintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan lambat, kendaraan ringan dan kendaraan tak bermotor.

Perhitungan dilakukan per-jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok – kiri QLT, lurus QST dan belok – kanan QRT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi smp per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) terlindung dan terlawan (lihat Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Nilai ekivalen mobil penumpang (emp)

Jenis kendaraan	emp untuk tipe pendekatan	
	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

Keterangan :

LV (kendaraan ringan) : kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

HV (kendaraan berat) : kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi : bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

MC (sepeda motor) : kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2.3.3 Volume Lalulintas

Volume lalulintas menurut MKJI 1997 adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu jalan dalam satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalulintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan. Satuan volume lalulintas yang digunakan sehubungan dengan analisis panjang antrian adalah volume jam perencanaan (VJM) dan kapasitas.

2.4 Panjang antrian

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri dalam suatu lengan atau pendekat. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata – rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau dengan luas rata – rata yang digunakan per smp (20m^2) dan pembagian dengan lebar masuk simpang (MKJI 1997).

2.5 Arus Lalulintas Jenuh

Suatu siklus disebut jenuh apabila pada akhir siklus (akhir nyala hijau) masih terdapat kendaraan antri. Model keberangkatan kendaraan dibuat dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang melewati garis henti pada saat lampu merah menyala efektif (Malkamah 1994).

Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) menunjukkan rasio arus lalulintas pada pendekat terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalulintas puncak (MKJI 1997).

2.6 Kecepatan

Kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan lalu lintas yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam km/jam (Hobbs 1995).

Ada tiga macam kecepatan, yaitu :

1. kecepatan perjalanan (*journey speed*), adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dan merupakan jarak antara dua tempat dibagi dengan lama waktu kendaraan untuk menyelesaikan perjalanan antara dua tempat tersebut,
2. kecepatan setempat (*spot speed*), adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan, dan
3. kecepatan bergerak (*running speed*), adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur saat kendaraan bergerak yang didapat dengan membagi panjang jalur saat waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

2.7 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Baru Leksana dan Muhammad Zakir (1999) dalam penelitiannya pada simpang empat bersinyal Demak Ijo Yogyakarta menganalisis panjang antrian dengan menggunakan program MKJI 1997 dan membandingkan dengan panjang antrian lapangan. Hasil dari penelitian tersebut adalah $k = 625$ lebih mendekati panjang antrian lapangan dibandingkan dengan nilai $k = 600$ (tetapan MKJI 1997). Perhitungan MKJI 1997 sesuai kondisi simpang menunjukkan nilai panjang antrian rata – rata sebesar 11.29 smp. Analisis statistik menggunakan chi square,

regresi linier dan korelasi linier dengan hasil panjang antrian lapangan dan MKJI 1997 menunjukkan hubungan yang baik dengan tingkat kepercayaan 96,24 %.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perhitungan Panjang Antrian Menurut MKJI 1997

Perhitungan dan analisis panjang antrian menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997), dengan uraian prosedur berikut ini.

Langkah A: Data Masukan

Langkah A-1: Geometrik, Pengaturan Lalulintas dan Kondisi Lingkungan (Formulir SIG-I)

Informasi yang diisi pada bagian atas Formulir SIG-I adalah :

1. umum,
diisi tanggal, dikerjakan oleh, kota, simpang, perihal dan waktu (periode) pada judul formulir
2. ukuran kota,
jumlah penduduk kota dimasukkan (ketelitian 0,1 juta penduduk)
3. fase dan waktu sinyal,
diagram fase yang ada digambar, waktu hijau (g), waktu antar hijau (IG), waktu siklus dan waktu hilang total dimasukkan ($LTI = \sum IG$)
4. belok kiri langsung,
pendekat-pendekat yang gerakan belok kiri diijinkan, ditunjukkan dalam diagram fase.

Ruang kosong pada bagian tengah formulir digunakan untuk membuat sketsa simpang dan semua data masukan geometrik yang diperlukan dimasukkan pada ruang kosong tersebut, seperti:

1. denah dan posisi pendekat, pulau lalu lintas, garis henti, penyeberangan pejalan kaki, marka lajur dan marka panah,
2. lebar (ketelitian 0,1 meter terdekat) dari bagian pendekat yang diperkeras, tempat masuk dan keluar,
3. panjang lajur dengan panjang terbatas, dan
4. gambar suatu panah yang menunjukkan arah utara pada sketsa.

Data kondisi dari lokasi lainnya yang berhubungan dengan kasus yang dipelajari dimasukkan pada tabel di bagian bawah formulir sebagai berikut.

1. Kode pendekat (kolom 1)
digunakan Utara, Selatan, Timur dan Barat atau yang lainnya untuk menamakan pendekat-pendekat tersebut.
2. Tipe lingkungan jalan (kolom 2)
dimasukkan tipe lingkungan jalan (COM=Komersial; RES=Pemukiman; RA=Akses terbatas) untuk setiap pendekat.
3. Tingkat hambatan samping (kolom 3)
tinggi apabila besarnya arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktivitas di samping jalan pada pendekat seperti: angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintasi pendekat, keluar masuk kendaraan dari halaman di samping jalan dan lain-lain.

rendah apabila besarnya arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak terpengaruh oleh hambatan-hambatan samping yang telah disebutkan di atas

4. Median (Kolom 4)
informasi tentang ada tidaknya median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekat dimasukkan dalam kolom 4 ini dengan menuliskan Ya atau Tidak.
5. Kelandaian (kolom 5)
kelandaian dimasukkan dalam % (naik = + %, turun = - %).
6. Belok kiri langsung (kolom 6)
dimasukkan jika belok kiri langsung (*LTOR*) diijinkan (Ya/Tidak).
7. Jarak ke kendaraan parkir (kolom 7)
dimasukkan jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.
8. Lebar pendekat (kolom 8-11)
dimasukkan sketsa, lebar (ketelitian 0,1 meter terdekat), belok kiri langsung, tempat masuk (pada garis henti) dan tempat keluar (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang).

Langkah A-2: Kondisi Arus Lalulintas (Formulir SIG-II)

- a. Data arus lalulintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam *kend/jam* pada kolom 3, 6, 9 dan arus kendaraan tak bermotor dimasukkan pada kolom 17.

- b. Arus lalulintas dihitung dalam *smp/jam* bagi masing-masing jenis kendaraan untuk terlindung dan/atau terlawan.
- c. Arus lalulintas total Q_{MV} dihitung dalam *kend/jam* dan *smp/jam* pada masing-masing pendekatan untuk kondisi arus berangkat terlindung dan/atau terlawan, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 12-14.
- d. Rasio kendaraan belok kiri P_{LT} , dan rasio belok kanan P_{RT} dihitung dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 15 dan 16.

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{smp}{jam} \right)}{Total \left(\frac{smp}{jam} \right)} \dots \dots \dots (3.2)$$

- e. Rasio kendaraan tak bermotor dihitung dengan cara arus kendaraan tak bermotor $Q_{UM} \left(\frac{kend}{jam} \right)$ pada kolom 17 dibagi dengan arus kendaraan bermotor $Q_{MV} \left(\frac{kend}{jam} \right)$ pada kolom 12.

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}} \dots \dots \dots (3.3)$$

Langkah B : Penggunaan Sinyal

Langkah B-1 : Penentuan Fase Sinyal (Formulir SIG-IV)

Fase sinyal yang telah diperoleh digambar ke dalam kotak yang disediakan pada formulir SIG-IV. Masing-masing rencana fase yang akan dicoba memerlukan formulir SIG-IV dan SIG-V tersendiri.

Langkah B-2 : Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang (Formulir SIG-III)

- Ditentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan hasil waktu antar hijau (IG) per fase.
- Waktu hilang (LTI) ditentukan sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus, dan hasilnya dimasukkan ke dalam bagian bawah kolom 4.

$$LTI = (MERAH\ SEMUA + KUNING)_i = \sum IG_i \dots\dots\dots (3.4)$$

Langkah C : Penentuan Waktu Sinyal

Langkah C-1 : Tipe Pendekat

- Identifikasi pendekat dimasukkan ke formulir SIG-IV pada kolom 1.
- Nomor fase masing-masing pendekat/gerakannya dimasukkan pada kolom 2.
- Tipe pendekat terlindung (P) atau terlawan (O) ditentukan dengan bantuan Gambar 3.1, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 3.
- Sketsa yang menunjukkan arus dengan arahnya (Formulir SIG-II kolom 13-14) dalam ($\frac{smp}{jam}$) dibuat pada kotak sudut kiri atas formulir (dipilih hasil yang sesuai untuk kondisi terlindung (tipe P) atau terlawan (tipe O) sebagaimana tercatat pada kolom 3).
- Rasio kendaraan berbelok (P_{inv} atau P_{LT}, P_{RT}) untuk setiap pendekat (dari formulir SIG-II kolom 15-16) dimasukkan pada kolom 4-6.
- Sketsa arus kendaraan belok kanan dalam ($\frac{v}{jam}$), dalam arahnya sendiri (Q_{ri}) dimasukkan pada kolom 7 untuk masing-masing pendekat (Formulir SIG-II kolom 14). Sedangkan untuk pendekat tipe O arus

kendaraan belok kanan , dalam arah yang berlawanan (Q_{RTO}) dimasukkan pada kolom 8 (Formulir SIG-II kolom 14).

Langkah C-2 : Lebar Pendekat Efektif

Lebar efektif (W_e) setiap pendekat ditentukan berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_a), lebar masuk (W_{MASUK}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}) dari formulir SIG-I (sketsa dan kolom 8-11) dan rasio lalulintas berbelok dari formulir SIG-IV kolom 4-6 sebagai berikut dan hasilnya dimasukkan pada kolom 9 pada formulir SIG-IV.

Prosedur untuk pendekat dengan belok kiri langsung ($LTOR$).

Lebar efektif dapat dihitung. Pendekat dengan pulau lalulintas dan pendekat tanpa pulau lalulintas dapat lihat pada Gambar 3.2.

A. Jika $W_{LTOR} \geq 2m$: dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan $LTOR$ dapat mendahului antrian kendaraan dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah A.1: lalulintas belok kiri langsung Q_{LTOR} dikeluarkan dari perhitungan selanjutnya pada formulir SIG-IV (yaitu $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$).

Lebar pendekat efektif ditentukan sebagai berikut :

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A - W_{LTOR} \\ W_{MASUK} \end{cases} \dots \dots \dots (3.5)$$

Langkah A.2: diperiksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - p_{RT})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR} , dan analisis penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu $Q = Q_{ST}$ pada formulir SIG-IV kolom 18).

B. Jika $W_{LATOR} < 2m$: dianggap bahwa kendaraan $LATOR$ tidak dapat mendahului antrian kendaraan dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah B.1: Q_{LATOR} disertakan pada perhitungan selanjutnya.

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A \\ W_{MASUK} + W_{LATOR} \\ W_A \times (1 + p_{LATOR}) - W_{LATOR} \end{cases} \dots\dots\dots (3.6)$$

Langkah B.2: periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - p_{RT} - p_{LATOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR} , dan analisis penentu waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu $Q = Q_{ST}$ pada formulir SIG-IV kolom 18).

Langkah C-3 : Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar (S_o) pendekat ditentukan, seperti diuraikan dibawah ini, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

a. Untuk pendekat tipe P (arus terlindung)

$$S_o = 600 \times W_e \dots\dots\dots (3.7)$$

dengan :

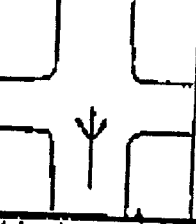
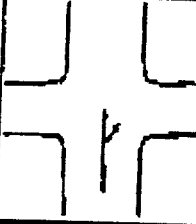
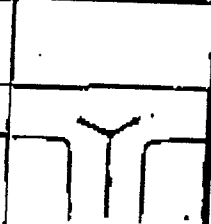
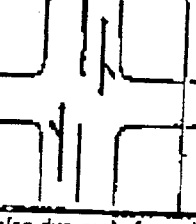
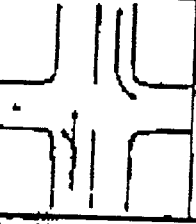
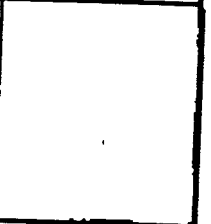
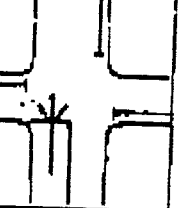

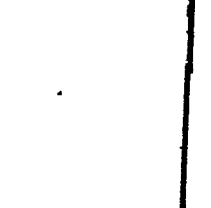
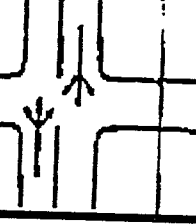
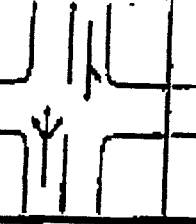
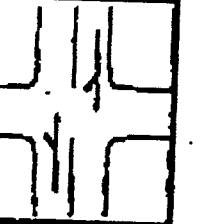
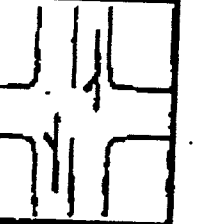
S_o = arus jenuh dasar, dalam $\frac{smr}{jam}$ hijau

W_e = lebar efektif pendekat, dalam meter.

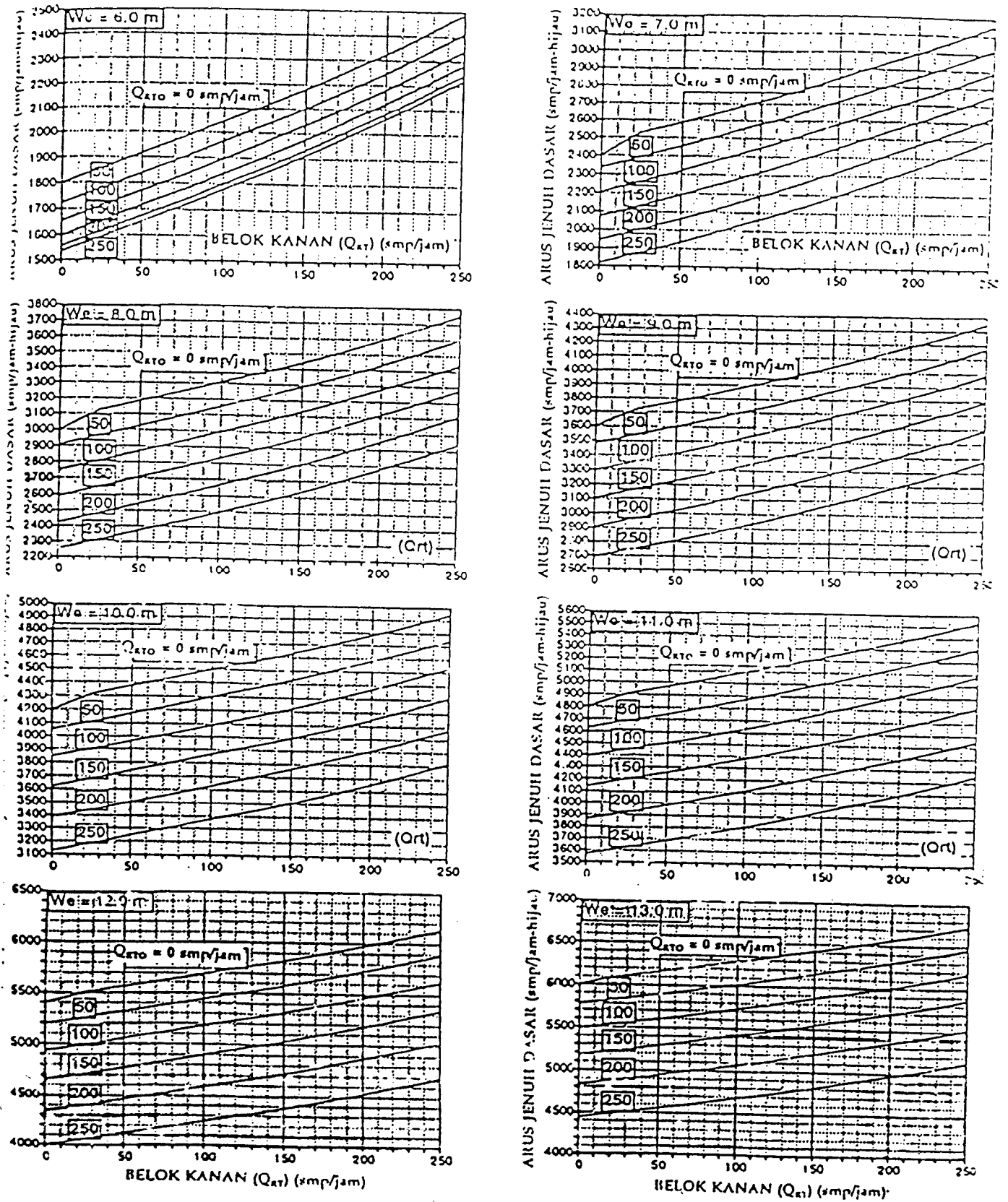
- b. Untuk pendekat tipe O (arus berangkat terlawan)

S_o ditentukan dari Gambar 3.3 (untuk pendekat tanpa lajur belok kanan terpisah) dan dari Gambar 3.4 (untuk pendekat dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai fungsi dari W_e , Q_{RT} dan Q_{RTO} .

Gambar-gambar tersebut digunakan untuk mendapat nilai arus jenuh dasar pada keadaan dimana lebar pendekat (W_d) lebih besar dan lebih kecil daripada lebar efektif (W_e) yang sesungguhnya dan hitung hasilnya dengan cara interpolasi.

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah:	Jalan satu arah	Simpang T
				
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
				
Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah				
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		
				

Gambar 3.1 Penentuan Tipe Pendekat (MKJI 1997)



Gambar 3.4 So untuk pendekat tipe O dengan lajur belok kanan terpisah (MKJI 1997)

Langkah C-4 : Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian berikut ditentukan untuk nilai arus jenuh dasar pada kedua pendekat P dan O sebagai berikut.

1. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.1 sebagai fungsi dari ukuran kota yang tercatat pada formulir SIG-IV dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 11.

Tabel 3.1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

2. Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari Tabel 3.2 sebagai fungsi dari jenis lingkungan, tingkat hambatan samping (tercatat dalam formulir SIG-I), dan rasio kendaraan bermotor (dari formulir SIG-II kolom 18).

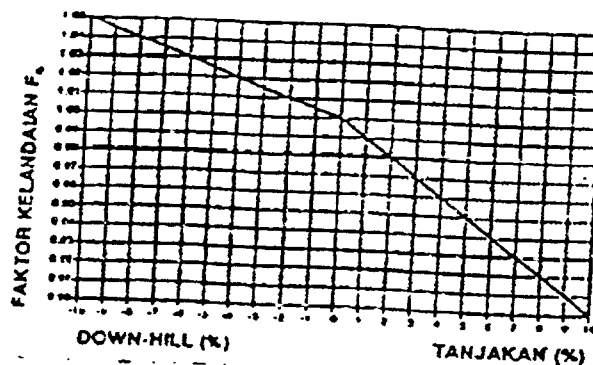
Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian untuk tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak Bermotor (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,94	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,75
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/sedang/rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI 1997

Hasil faktor hambatan samping yang diperoleh, kemudian dimasukkan ke dalam kolom 12. Jika hambatan samping tidak diketahui dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

3. Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari Gambar 3.5 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD) yang tercatat pada formulir SIG-I dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 13 pada formulir SIG-IV.



Gambar 3.5 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G) (MKJI 1997)

4. Faktor penyesuaian parkir, hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 14

$$F_p = \frac{L_p/3 - (W_A - 2) \times \left(\frac{L_p/3 - g}{W_A} \right)}{g} \dots\dots\dots (3.8)$$

dengan :

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)

W_A = lebar pendekat (m)

g = waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 detik)

5. Faktor penyesuaian berikut ini ditentukan untuk nilai arus jenuh dasar hanya untuk pendekat tipe P sebagai berikut.

1. Faktor penyesuaian (F_{RT}), hasilnya dimasukkan dalam kolom 15

$$F_{RT} = 1.0 + p_{RT} \times 0.26 \dots\dots\dots (3.9)$$

dengan :

p_{RT} = rasio kendaraan belok kanan

2. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}), hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 16 (formulir SIG-IV)

$$F_{LT} = 1.0 - p_{LT} \times 0.16 \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan :

p_{LT} = rasio kendaraan belok kiri

3. Dihitung nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{ST} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam hijau} \dots\dots\dots (3.11)$$

nilai ini dimasukkan ke dalam kolom 17.

Langkah C-5 : Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh Dasar

- a. Arus lalu lintas masing-masing pendekat (Q) dari formulir SIG-II kolom 13 (terlindung) atau kolom 14 (terlawan) dimasukkan ke kolom 18 pada formulir SIG-IV.
1. Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisis (lihat langkah C-2, perihal 1-a) hanya gerakan – gerakan lurus dan belok kanan saja yang dimasukkan dalam nilai Q untuk diisikan dalam kolom 18.
 2. Jika $W_e = W_{KELUAR}$ (lihat langkah C-2, perihal 2) hanya gerakan lurus saja yang dimasukkan dalam nilai Q dalam kolom 18.
 3. Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau dalam dua fase, yang satu untuk arus terlawan (O) dan yang lainnya arus terlindung (P), gabungan arus lalu lintas sebaiknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung. Hasilnya dimasukkan ke dalam baris untuk fase gabungan tersebut.
- b. Rasio arus (FR) masing-masing pendekat dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 19.
- $$FR = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots (3.12)$$
- c. Rasio arus kritis diberi tanda (FR_{KRIT}) (= tertinggi) pada masing-masing fase dengan dilingkari pada kolom 19.
- d. Rasio arus simpang diberi tanda (FR) sebagai jumlah nilai-nilai FR yang dilingkari (=kritis) pada kolom 19 dan hasilnya dimasukkan ke dalam kotak pada bagian terbawah kolom 19.

$$IFR = \Sigma(FR_{CRIT}) \dots\dots\dots (3.13)$$

- e. Rasio fase (PR) masing-masing fase dihitung sebagai rasio antara FR_{CRIT} , dan IFR kemudian hasilnya dimasukkan pada kolom 20.

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \dots\dots\dots (3.14)$$

Langkah C-6 : Waktu Siklus dan Waktu Hijau

- a. Waktu siklus sebelum penyesuaian, waktu siklus sebelum penyesuaian (c_{ua}) dihitung untuk pengendalian waktu tetap dan hasilnya dimasukkan ke kotak dengan tanda "waktu siklus" pada bagian terbawah kolom 11 dari formulir SIG-IV.

$$c_{ua} = \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{(1 - \Sigma FR_{CRIT})} \dots\dots\dots (3.15)$$

dengan :

c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

FR_{CRIT} = nilai FR tertinggi dari semua pendekat pada satu fase sinyal

ΣFR_{CRIT} = jumlah FR_{CRIT} dari semua fase siklus tersebut

- b. Waktu hijau, waktu hijau (g) dihitung untuk masing-masing fase :

$$g_i = (c_{uc} - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (3.16)$$

dengan :

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

c_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (bagian terbawah kolom 4)

PR_i = rasio fase $FR_{CRIT} / \Sigma(FR_{CRIT})$ (dari kolom 20)

c. Waktu siklus disesuaikan,

waktu siklus yang disesuaikan (c) dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (3.17)$$

Langkah D : Kapasitas

Langkah D meliputi penentuan kapasitas pendekat dan pembahasan mengenai perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

Langkah D-1 : Kapasitas (formulir SIG-IV)

1. Kapasitas pendekat dihitung dan hasilnya dimasukkan ke kolom 22.

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots (3.18)$$

dengan :

C = kapasitas, dalam *smp/jam*

S = arus jatuh, dalam *smp/jam hijau* (kolom 17)

$\frac{g}{c}$ = rasio hijau (kolom 11 bagian terbawah)

2. Derajat kejenuhan (DS) pendekat dihitung dan hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 23.

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots (3.19)$$

Langkah D-2 : Keperluan untuk perubahan

- a. Penambahan lebar pendekat,

jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan ini akan diperoleh jika dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi (kolom 19).

- b. Perubahan fase sinyal,

jika pendekat dengan arus berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (P_{RT}) tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi ($FR > 0.8$), suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin akan sesuai. Penerapan fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin juga harus disertai dengan tindakan pelebaran.

- c. Pelarangan gerakan belok kanan,

pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal itu menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian agar perancangan manajemen lalulintas menjadi tepat, perlu dipastikan bahwa gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang karena dapat mengganggu simpang yang berdekatan.

Langkah E : Perilaku Lalulintas**Langkah E-1 : Persiapan**

1. Isikan informasi-informasi yang diperlukan ke dalam judul dari formulir SIG-V.
2. Masukkan kode pendekat pada kolom 1 (sama seperti kolom 1 pada formulir SIG-IV).
3. Masukkan arus lalulintas ($Q, smp/jam$) masing-masing pendekat pada kolom 2 (dari formulir SIG-IV kolom 18).
4. Masukkan kapasitas ($C, smp/jam$) masing-masing pendekat pada kolom 3 (dari kolom 22 pada formulir SIG-IV).
5. Masukkan derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat pada kolom 4 (dari formulir SIG-IV kolom 23).
6. Hitung rasio hijau ($GR = \frac{g}{c}$) masing-masing pendekat dari hasil penyesuaian pada formulir SIG-IV (kolom 11 terbawah dan kolom 21), dan masukkan hasilnya pada kolom 5.
7. Masukkan arus total dari seluruh gerakan $LTOR$ dalam smp/jam yang diperoleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan $LTOR$ pada formulir SIG-II, kolom 13 (terlindung) dan masukkan hasilnya pada kolom 2 pada baris untuk gerakan $LTOR$ pada formulir SIG-V.
8. Masukkan dalam kotak dibawah kolom 2, perbedaan antara arus masuk dan keluar (Q_{adj}) pendekat yang lebar ketuarnya telah menentukan lebar efektif pendekat.

Langkah E-2 : Panjang Antrian

Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (kolom 5) untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Gunakan rumus dibawah dan masukkan hasilnya pada kolom 6.

Untuk $DS > 0.5$:

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{C}} \right] \dots\dots\dots (3.20)$$

Untuk $DS \leq 0.5$:

$$NQ_1 = 0 \dots\dots\dots (3.21)$$

dengan :

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau ($S \times GR$)

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dan hasilnya dimasukkan pada kolom 7.

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots (3.22)$$

dengan :

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (detik)

Q_{masuk} = arus lalintas pada tempat masuk di luar $LTOR$ (smp/jam)

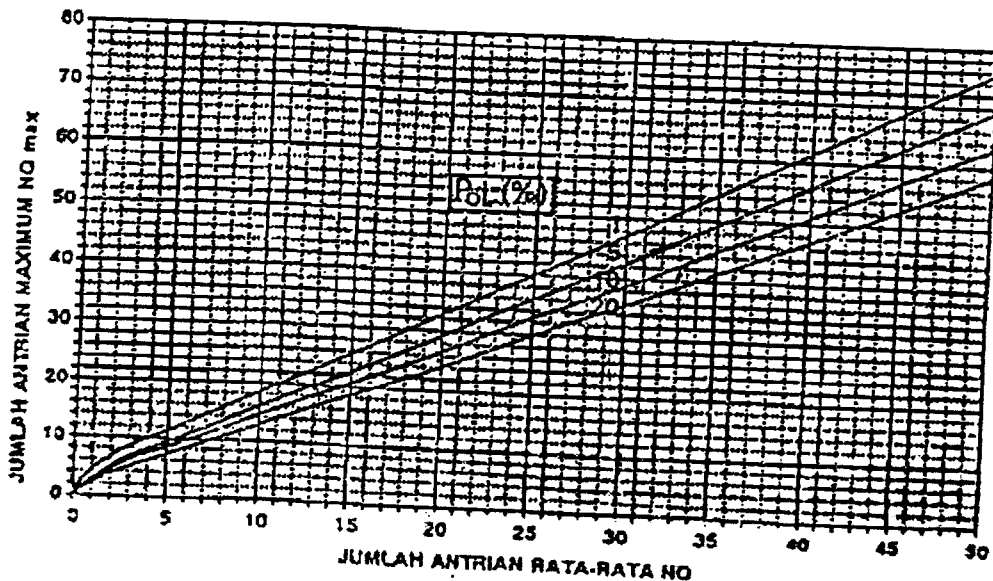
Jumlah kendaraan yang antri (NQ) dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 8.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (3.23)$$

Untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%), digunakan grafik di bawah ini untuk menentukan nilai NQ_{maks} . Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $P_{OL} = 5\%$, sedangkan untuk operasi nilai $P_{OL} = 5 - 10\%$ masih memungkinkan untuk dapat diterima.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian NQ_{maks} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk, hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots (3.24)$$



Gambar 3.6 Perhitungan jumlah antrian (Nq_{max}) dalam smp (MKJI 1997)

3.2 Analisis Statistik Panjang Antrian

Hasil perhitungan panjang antrian metode MKJI 1997 dan panjang antrian lapangan yang telah dilakukan selanjutnya dianalisis dengan metode chi kuadrat, metode regresi linier dan korelasi linier.

3.2.1 Metode Chi Kuadrat

Metode ini digunakan untuk mengadakan estimasi atau pengujian data. Sebagai alat estimasi chi kuadrat digunakan untuk menaksir perbedaan signifikan antara frekuensi yang diobservasi dengan frekuensi yang diharapkan. Chi kuadrat juga berguna dalam menguji hipotesa tentang ada tidaknya korelasi antara dua faktor atau lebih. Menurut Sutrisno Hadi 1996, uji ini dapat dilihat dengan *Pearson's test for goodness of fit* berikut ini.

Hipotesis nol (H_0), tidak terdapat perbedaan antara nilai panjang antrian metode MKJI 1997 dengan panjang antrian lapangan. Bila dinyatakan dengan persamaan matematik adalah sebagai berikut.

$$H_0 : O_i = E_i \dots\dots\dots (3.25)$$

Nilai Chi kuadrat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$X^2_{cell} = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (3.26)$$

dengan :

X^2 = nilai chi kuadrat

O_i = frekuensi yang diobservasi, nilai panjang antrian lapangan

E_i = frekuensi yang diharapkan, nilai panjang antrian MKJI 1997

Distribusi derajat kebebasan,

$$df = (\text{jumlah baris data} - 1) \times (\text{jumlah kolom data} - 1) \dots\dots\dots (3.27)$$

Tingkat signifikansi (α) diambil sebesar 5%.

Jika nilai $X^2 < X_{\alpha}^2$ maka perbedaan antara dua nilai variabel adalah non signifikan.

3.2.2 Metode Regresi

Analisis regresi merupakan suatu alat analisa untuk mengestimasi nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lain yang diketahui. Untuk menentukan ketepatan garis estimasi yang baik digunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*). Pola hubungan antara dua variabel X dan Y dikatakan linier bila besar perubahan yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai X konstan pada jangkauan nilai X yang diperhitungkan. Bila pola hubungan ini dinyatakan dalam grafik maka hubungan antara X dan Y tersebut akan nampak sebagai garis lurus. Menurut Sutrisno Hadi 1996, model matematika sederhana untuk regresi linier adalah:

$$Y = a + b.X \dots\dots\dots (3.28)$$

dengan:

X = Variabel bebas (*independent*)

Y = Variabel tak bebas (*dependent*)

a, b = koefisien regresi, yang diberikan oleh persamaan berikut ini:

$$b = \frac{(N \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(N \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (3.29)$$

$$a = \frac{\sum Y - (b \cdot \sum X)}{N} \dots\dots\dots (3.30)$$

dengan N adalah jumlah pengamatan.

Untuk regresi polynomial dapat dirumuskan secara sederhana sebagai berikut.

$$Y^1 = a + b \cdot X + c \cdot X^2 \dots\dots\dots (3.31)$$

dengan konstanta a , b dan c diberikan dalam 3 persamaan normal berikut.

$$\sum Y = na + b \sum X + c \sum X^2 \dots\dots\dots (3.32)$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2 + c \sum X^3 \dots\dots\dots (3.33)$$

$$\sum X^2 Y = a \sum X^2 + b \sum X^3 + c \sum X^4 \dots\dots\dots (3.34)$$

3.2.3 Metode Korelasi

Analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel. 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^2 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 atau penurunan nilai-nilai X terjadi bersama-sama dengan kenaikan atau penurunan nilai Y .

Nilai r dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$r = \frac{(N \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{\sqrt{(N \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{(N \cdot \sum Y^2) - (\sum Y)^2}} \dots\dots\dots (3.35)$$

Untuk persamaan polynomial nilai r ditentukan oleh rumus berikut.

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^n (Y - Y')^2}{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (3.36)$$

Bilamana nilai r yang dihitung lebih kecil dari nilai r dalam tabel nilai r , maka nilai r yang diperoleh tersebut non signifikan, sehingga hipotesa yang mengatakan bahwa korelasi antara dua variabel adalah nol atau nihil atas dasar taraf signifikansi (α) yang digunakan dapat diterima.

Menurut Sutrisno Hadi 1996, penentuan batas derajat tingkat kepercayaan adalah sebagai berikut.

- $r \geq 0.70$: hubungan antara dua variabel adalah baik
- $0.50 \leq r < 0.70$: hubungan antara dua variabel adalah cukup baik
- $0.25 \leq r < 0.50$: hubungan antara dua variabel sangat meragukan
- $r < 0.25$: hubungan antara dua variabel tidak baik.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek adalah mencari variabel yang dapat dijadikan sasaran dan perbandingan dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah :

1. kondisi geometrik simpang,
2. kondisi lingkungan,
3. pengaturan lalulintas,
4. volume lalulintas,
5. jumlah pendekat,
6. fase sinyal,
7. waktu siklus,
8. klasifikasi kendaraan, dan
9. periode pengamatan.

4.2 Metode Pengumpulan Data

Metode yang dipilih adalah metode *audiovisual* karena kejadian yang diamati sangat kompleks, dinamis dan serentak (lalulintas). Untuk penelitian ini digunakan alat berupa *handycamera* untuk merekam aktifitas lalulintas yang akan diteliti. Metode ini dipilih, agar data yang diperoleh lebih akurat, karena semua

kejadian pada daerah amatan dapat dicermati dengan cara memutar hasil rekamannya sampai seluruh data yang diperlukan menjadi lengkap.

Instrumen-instrumen yang digunakan sebagai berikut :

1. *handycamera*,
2. *video cassette* 8 mm MP 120 sebanyak 18 kaset,
3. *tripod*,
4. televisi 21 inch,
5. formulir-formulir baku MKJI 1997,
6. formulir pengamatan lapangan,
7. pita ukur/meteran, dan
8. komputer.

4.3 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

4.3.1 Survei Pendahuluan dan Pemilihan Lokasi

Kegiatan yang dilakukan antara lain adalah memilih panjang antrian sebagai tujuan penelitian dari beberapa perilaku simpang bersinyal yang ada, mengamati beberapa persimpangan di Jogjakarta secara visual (kondisi geometri, komposisi kendaraan dan fasilitas jalan). Dari hasil observasi di atas dipilih simpang tiga bersinyal Jalan Laksda Adisucipto dan Jalan Ipda Tut Harsono.

4.3.2 Persiapan Survei

Persiapan yang dilakukan sebelum survei adalah ujicoba pengambilan data untuk melatih penggunaan instrumen serta dapat menemukan kendala teknis dan non teknis yang nantinya akan dihadapi sehingga dapat diantisipasi.

Kegiatan ujicoba yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. latihan penggunaan *handycam*,
2. mencari letak posisi kamera agar semua daerah amatan dapat tercakup dengan baik, dan
3. latihan pengisian formulir (pencacahan lalulintas).

4.3.3 Pengumpulan Data Lapangan

a. Pengukuran Geometri Panjang Lintasan dan Fase Sinyal

Pengukuran geometri jalan dibutuhkan untuk data perhitungan metode MKJI, sedangkan panjang lintasan perlambatan untuk metode pengamatan lapangan.

Pelaksanaan pengukuran dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu arus lalulintas yang melewati persimpangan, meliputi :

1. lebar masuk, lebar keluar, lebar efektif, dan
2. lama fase lampu.

b. Pengambilan Data Lalulintas

Setelah rancangan akhir pengambilan data selesai, maka pengambilan data yang sebenarnya dapat dilakukan yaitu dengan merekam aktifitas yang terjadi pada simpang. Perekaman dilakukan 1,5 jam untuk setiap jam puncak yaitu :

1. pagi, dari jam 06.45 sampai dengan 08.15,
2. siang, dari jam 11.30 sampai dengan 13.00, dan
3. sore, dari jam 16.00 sampai dengan 17.30.

Karena persimpangan tersebut melayani berbagai jenis kendaraan, maka dalam perhitungan volume lalu lintas tersebut dibedakan atas beberapa jenis kendaraan, yaitu :

1. HV yaitu kendaraan berat,
2. LV yaitu kendaraan ringan,
3. MC yaitu sepeda motor, dan
4. UM yaitu kendaraan tidak bermotor.

Hasil rekaman diputar untuk dilakukan pembacaan data dengan cara mencacah semua kendaraan yang melewati daerah amatan setiap 15 menit. Sasaran pencacahan arus lalu lintas ini meliputi semua gerakan kendaraan yang lewat (belok kiri, lurus dan belok kanan) pada daerah yang diamati.

Data yang diperlukan untuk metode MKJI dan metode pengamatan lapangan adalah sebagai berikut :

1. geometri jalan,
2. volume lalu lintas,
3. jenis kendaraan, dan
4. fase sinyal.

Perhitungannya dimasukkan ke dalam Formulir SIG I sampai SIG V.

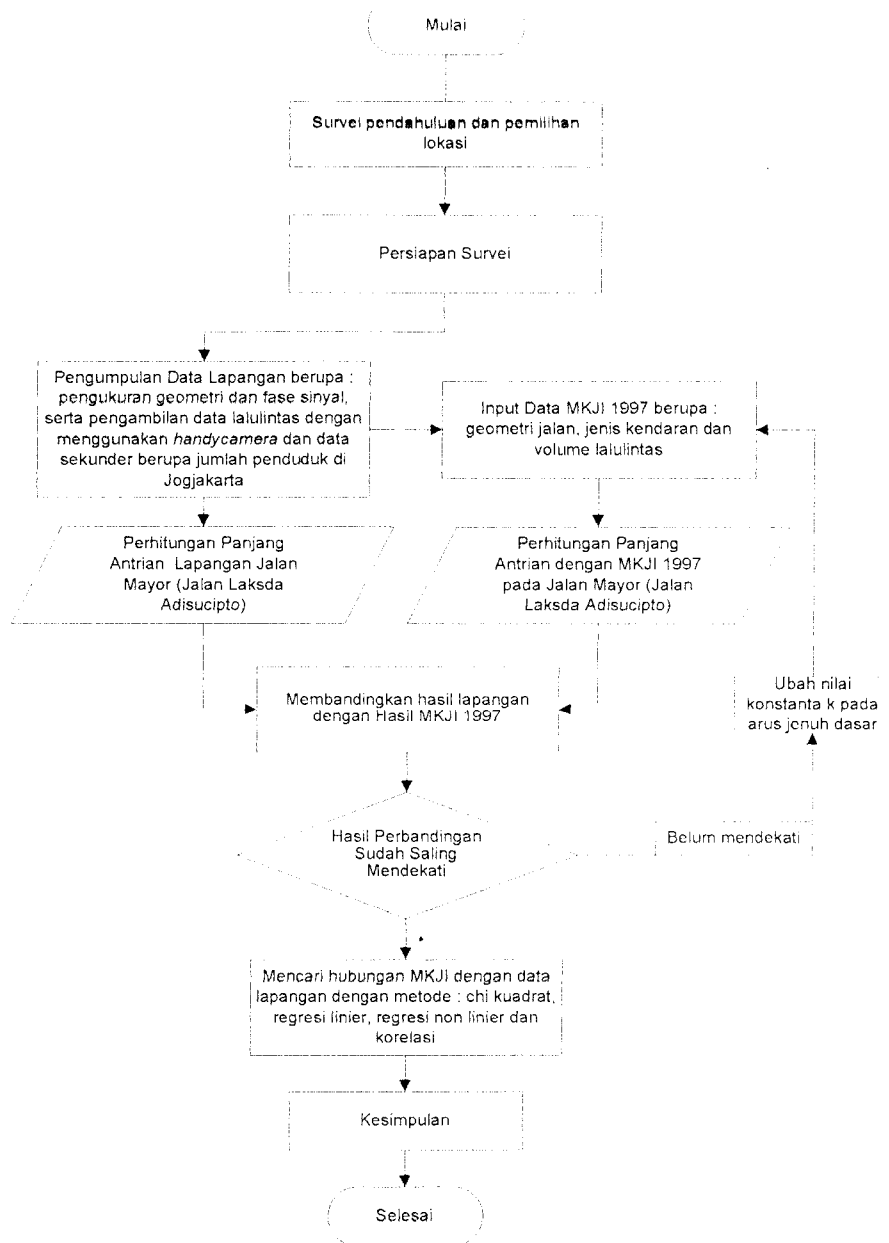
c. Data Sekunder

Data sekunder adalah data kependudukan kota Jogjakarta yang diambil dari Badan Pusat Statistik.

4.4 Metode Analisis Data

Setelah data yang terkumpul ditabulasi dan dihitung, hasil hitungan tersebut dianalisis secara statistik dengan menggunakan rumus Chi kuadrat (*Chi square*), analisis regresi dan korelasi untuk mengetahui apakah rumus-rumus empiris MKJI 1997 dapat diterapkan pada simpang tiga bersinyal Jalan Laksda Adisucipto (Solo) dan Jalan Ipda Tut Harsono serta untuk mengetahui keeratan hubungan antara panjang antrian lapangan dengan panjang antrian metode MKJI 1997.

Metode Chi kuadrat dan analisis regresi ini dipilih sebagai instrumen untuk menganalisis data yang berhasil dikumpulkan yaitu untuk menguji taraf signifikansi perbedaan frekuensi yang diamati (*observed*) dengan frekuensi yang diharapkan (*expected*). Analisis regresi yang digunakan adalah regresi linier dan regresi non linier. Dari perbandingan kedua analisis regresi, diambil hasil korelasi yang paling baik.



Gambar 4.1 Bagan Alir Jalannya Penelitian

4.5 Hambatan Selama Penelitian

Beberapa permasalahan yang dihadapi selama pelaksanaan penelitian antara lain sebagai berikut.

1. Pada saat pengambilan data di lapangan terdapat gangguan dari beberapa pejalan kaki yang melintasi muka *handycamera* sehingga mengganggu pengamatan.
2. Tinggi *handycamera* antara 2,5 sampai 3 meter masih dirasa kurang karena pada saat perhitungan data terdapat kesulitan akibat kendaraan kecil yang tertutup oleh kendaraan yang lebih besar sehingga penghitungan harus diulang dengan memutar kembali kaset *handycamera* untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat. Adanya masalah tersebut menyebabkan bertambahnya waktu penghitungan data.
3. Hujan lebat yang terjadi pada hari ke-5, periode sore mengakibatkan terganggunya pengoperasian *handycamera*. Hal ini dapat diatasi dengan melindungi *handycamera* dengan jas hujan dan payung.