TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PANJANG ANTRIAN LAPANGAN DENGAN PANJANG ANTRIAN METODA MKJI 1997 PADA SIMPANG BERSINYAL

(Studi Kasus Pada Simpang Pingit Yogyakarta)

Disusun oleh :

JAYA INDRA
No. Mhs. 91310136
Nirm. 910051013114120131

AMIN RACHIM
No. Mhs. 92310257
Nirm. 920051013114120257

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1998

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PANJANG ANTRIAN LAPANGAN DENGAN PANJANG ANTRIAN METODA MKJI 1997 PADA SIMPANG BERSINYAL

(Studi Kasus Pada Simpang Pingit Yogyakarta)

diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun oleh :

JAYA INDRA
No. Mhs. 91310136
Nirm. 910051013114120131

AMIN RACHIM
No. Mhs. 92310257
Nirm. 920051013114120257

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1998

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PANJANG ANTRIAN LAPANGAN DENGAN PANJANG ANTRIAN METODA MKJI 1997 PADA SIMPANG BERSINYAL

(Studi Kasus Pada Simpang Pingit Yogyakarta)

Telah dipertahankan didepan dewan penguji
pada tanggal 30 Desember 1998
oleh:

Jaya Indra
No. Mhs. 91310136
Nirm. 910051013114120131

Amin Rachim
No. Mhs. 91310136
Nirm. 920051013114120257

Susunan dewan penguji:

Ir. H. Bachnas, MSc.
Dosen Pembimbing I
Tanggal: 8/-99

Ir. Iskandar Saifurohman, MT.
Dosen Pembimbing II
Tanggal: 07-01-1999

..... by time, verily man is in loss

except such as have faith and do righteous deeds

and in the mutual teaching of truth

and of patience and constancy

(Qs. 103 : 1-3)



INTISARI

Analisa pada suatu simpang bersinyal di Indonesia menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) yang dihitung berdasarkan metoda empiris. Pada penelitian ini MKJI 1997 digunakan untuk menghitung perilaku panjang antrian.

Kondisi simpang di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan kondisi arus lalulintasnya bersifat campuran ("mix traffic"), dapat dijadikan contoh analisa panjang antrian yang diharapkan dapat mendekati nilai panjang antrian menurut metoda MKJI 1997. Pendekatan ini ditempuh dengan cara mengubah nilai konstanta arus jenuh dasar (k). Nilai konstanta arus jenuh dasar pada MKJI 1997 adalah k = 600. Analisa statistik yang digunakan adalah metoda regresi linear, metoda korelasi linear dan metoda chi kuadrat. Data-data untuk analisis diperoleh secara manual pada simpang Pingit.

Hasil penelitian menunjukkan, nilai konstanta arus jenuh dasar yang sesuai dengan kondisi lapangan adalah k = 534. Hubungan panjang antrian lapangan dan panjang antrian metoda MKJI 1997 (k = 600) ditunjukkan dengan persamaan Y = 18,485 + 0,426.X pada tingkat kepercayaan 66,26 %. Hubungan panjang antrian lapangan dan panjang antrian untuk nilai k = 534 ditunjukkan dengan persamaan Y = 16,354 + 0,422.X pada tingkat kepercayaan sebesar 72,08 %.

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum wr.wb.

Segala puji bagi Allah SWT penyusun panjatkan atas selesainya penyusunan tugas akhir ini, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh derajat sarjana S-1 pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Tema dalam studi ini adalah **Perbandingan Panjang Antrian Lapangan dan Panjang Antrian Metoda MKJI 1997 Pada Simpang Bersinyal**. Penggunaan metoda hitungan dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh aplikasinya terhadap kondisi lapangan dengan menggunakan data simpang empat Pingit Yogyakarta. Hasil hitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan kenyataan di lapangan dengan cara pengujian statistik.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Ir. H. Bachnas, MSc. sebagai dosen pembimbing satu, yang telah memberikan bimbingan dan petuah untuk kebaikan penulisan ini.
2. Ir. Iskandar Saifurohman, MT. sebagai dosen pembimbing dua, yang dengan sabar dan tulus membimbing kami dalam keterbatasan yang ada.
3. Ir. H. M. Sigit DS., MS. sebagai dosen pembimbing tamu.
4. Ir. Widodo, MSCE, Phd. sebagai dekan fakultas teknik sipil dan perencanaan Universitas Islam Indonesia.

5. Ir. H. Tadjuddin BMA, MS. sebagai ketua jurusan teknik sipil Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh karyawan bagian pengajaran dan perpustakaan jurusan teknik sipil.
7. Team survei lapangan : Alvin, Anis, Christian, Cholis, Dedy, Fachry, Fauzan, Farouk, Fikri, Soca, Supri, Wahyu dan Yansa.
8. Ramon dan Emoth (fasilitas komputer), Anna (fasilitas kendaraan), Taufik, Gita dan Wisnu (fasilitas printer).
9. Seluruh rekan-rekan jurusan teknik sipil Universitas Islam Indonesia.

Semoga Allah SWT memberikan balasan berupa rahmat dan karunia kepada mereka semua. Walaupun tulisan ini belumlah sempurna, penyusun berharap semoga hasil tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu keteniksipilan bidang studi transportasi. Amin.

Billahittaufiq wal hidayah. Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, Nopember 1998

Amin Rachim dan Jaya Indra

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN iii

ABSTRAK iv

KATA PENGANTAR vi

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL xi

DAFAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

DAFTAR NOTASI xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Lokasi Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Persimpangan Jalan 6

2.2 Sinyal dan Pengaturan Lalulintas 6

2.3 Arus Jenuh 10

2.4 Perilaku Lalulintas 10

2.5 Volume Lalulintas 12

2.6 Kecepatan 13

2.7 Karakteristik Geometrik 14

2.8 Tinjauan Lingkungan 18

2.9 Tinjauan Penelitian Sebelumnya 19

BAB III LANDASAN TEORI 20

3.1 Analisis Perilaku Lalulintas 20

3.2 Prosedur Perhitungan 21

3.2.1 Data Masukan 21

3.2.2 Penggunaan Sinyal 24

3.2.3 Penentuan Waktu Sinyal 26

3.2.4 Penentuan Kapasitas 34

3.2.5 Penentuan Panjang Antrian 35

3.3 Analisa Statistik Panjang Antrian 36

3.3.1 Metoda Chi Kuadrat 36

3.3.2 Metoda Regresi Linear 38

3.3.3 Metoda Korelasi Linear 39

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 41

4.1 Metoda Penelitian 41

4.2 Alat Penelitian 47

4.3 Hambatan Selama Penelitian 48

BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS 50

5.1 Data Geometrik Simpang 50

5.2 Data Demografi 50

5.3 Data Fase Simpang 51

5.4 Data Volume Lalulintas 52

5.5 Pengamatan Hambatan Samping 53

5.6 Perhitungan Panjang Antrian MKJI 1997 54

5.7 Data Panjang Antrian Lapangan 59

5.8 Uji Statistik Kebaikan Hubungan Data 59

5.9 Penentuan Konstanta Arus Jenuh Dasar 60

5.10 Regresi Panjang Antrian 63

5.11 Pembahasan 66

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 71

6.1 Kesimpulan 71

6.2 Saran 72

DAFTAR PUSTAKA 73

LAMPIRAN 74

DAFTAR TABEL

No.	Nama tabel	Hal
2.1	Klasifikasi perencanaan jalan	14
3.1	Nilai ekivalen mobil penumpang	22
3.2	Komposisi lalulintas normal suatu kota	23
3.3	Nilai normal waktu antar hijau	24
3.4	Faktor penyesuaian ukuran kota	31
3.5	Faktor penyesuaian hambatan samping	31
3.6	Waktu siklus yang disarankan	33
5.1	Kondisi geometrik simpang	50
5.2	Kepadatan penduduk per km^2 di wilayah Kotamadya Yogyakarta keadaan akhir tahun 1996	50
5.3	Perhitungan estimasi jumlah penduduk Kotamadya Yogyakarta	51
5.4	Pengaturan fase simpang	51
5.5	Volume lalulintas simpang periode pagi hari (kendaraan)	52
5.6	Volume lalulintas simpang periode siang hari (kendaraan)	53
5.7	Panjang antrian MKJI 1997 rata-rata per hari	58
5.8	Panjang antrian lapangan dalam smp	59
5.9	Panjang antrian rata-rata per hari dalam smp	59
5.10	Hasil uji kebaikan data panjang antrian lapangan dan MKJI 1997	60
5.11	Hasil percobaan nilai konstanta (k) arus jenuh	61
5.12	Panjang antrian dengan k = 534 dan k = 775 dalam smp	62
5.13	Hasil uji kebaikan data panjang antrian MKJI 1997 dan k = 534	62
5.14	Hasil uji kebaikan data panjang antrian MKJI 1997 dan k = 775	62
5.15	Regresi panjang antrian lapangan dan MKJI 1997	63
5.16	Regresi panjang antrian lapangan dan k = 534	63
5.17	Regresi panjang antrian lapangan dan k = 775	64
5.18	Perhitungan panjang antrian sebelum terjadi pelebaran	70
5.19	Perhitungan panjang antrian sesudah terjadi pelebaran	70

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama gambar	Hal
1.1	Denah lokasi penelitian	5
2.1	Konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal empat lengan	9
3.1	Bagan alir analisa panjang antrian pada simpang bersinyal	21
3.2	Titik konflik dan jarak untuk keberangkatan atau kedatangan	25
3.3	Penentuan tipe pendekat terlindung dan terlawan	27
3.4	Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalulintas	29
3.5	Kurva distribusi normal	39
4.1	Bagan alir jalannya penelitian	42
5.1	Regresi panjang antrian lapangan dan MKJI 1997	64
5.2	Regresi panjang antrian lapangan dan k = 534	65
5.3	Regresi panjang antrian lapangan dan k = 775	65

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Nama lampiran	Hal
1	Kondisi geometrik simpang	73
2	Penentuan input data geometri, pengaturan lalulintas dan lingkungan	74
3	Penentuan waktu antar hijau dan waktu hilang	75
4	Perhitungan arus lalulintas hari Senin pagi	76
5	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin pagi	77
6	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin pagi	78
7	Perhitungan arus lalulintas hari Senin siang	79
8	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin siang	80
9	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin siang	81
10	Perhitungan arus lalulintas hari Rabu pagi	82
11	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu pagi	83
12	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu pagi	84
13	Perhitungan arus lalulintas hari Rabu siang	85
14	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu siang	86
15	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu siang	87
16	Perhitungan arus lalulintas hari Sabtu pagi	88
17	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu pagi	89
18	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu pagi	90
19	Perhitungan arus lalulintas hari Sabtu siang	91
20	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu siang	92
21	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu siang	93
22	Panjang antrian NQ_1 lapangan (kendaraan) periode pagi dan siang hari	94
23	Panjang antrian NQ_2 lapangan (kendaraan) periode pagi hari	95
24	Panjang antrian NQ_2 lapangan (kendaraan) periode siang hari	96
25	Perhitungan panjang antrian dengan k = 534 dalam smp	97
26	Perhitungan panjang antrian dengan k = 775 dalam smp	97
27	Tabel "chi square"	98
28	Kondisi geometrik simpang (revisi)	100
29	Penentuan input data geometri, pengaturan lalulintas dan lingkungan (revisi)	101
30	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin pagi (revisi)	102
31	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin pagi (revisi)	103
32	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin siang (revisi)	104
33	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin siang (revisi)	105
34	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu pagi (revisi)	106
35	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu pagi (revisi)	107

36	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu siang (revisi)	108
37	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu siang (revisi)	109
38	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu pagi (revisi)	110
39	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu pagi (revisi)	111
40	Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu siang (revisi)	112
41	Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu siang (revisi)	113

DAFTAR NOTASI

α	tingkat signifikansi
a	konstanta regresi
ART	waktu merah semua ("all red time") dalam satuan detik
b	konstanta regresi
c	waktu siklus lampu lalulintas ("cycle") dalam satuan detik
c_{ua}	waktu siklus sebelum penyesuaian dalam satuan detik
C	kapasitas ("capacity") dalam satuan smp/jam
COM	tipe lingkungan jalan komersial ("commercial")
df	derajat kebebasan
DS	derajat kejenuhan ("degree of saturated")
emp	ekivalensi mobil penumpang
F_{CS}	faktor koreksi ukuran kota ("city size")
F_{SF}	faktor koreksi hambatan samping ("side friction")
F_G	faktor koreksi kelandaian ("grade")
F_P	faktor koreksi parkir ("parking")
F_{RT}	faktor koreksi belok kanan ("right turn")
F_{LT}	faktor koreksi belok kiri ("left turn")
FR	rasio arus lalulintas ("flow ratio")
FR_{CRIT}	rasio arus lalulintas tertingi atau kritis ("critical")
g	waktu nyala hijau ("green") dalam satuan detik
GR	perbandingan waktu hijau ("green ratio") terhadap waktu siklus
HV	kendaraan berat ("heavy vehicle") menurut spesifikasi Bina Marga
IFR	jumlah dari rasio arus lalulintas kritis
IG	waktu antar hijau ("intergreen")
k	konstanta arus jenuh dasar
l_{EV}	panjang kendaraan yang berangkat dalam satuan meter
L_{AV}	jarak garis henti ke titik konflik untuk kendaraan yang datang (m)
L_{EV}	jarak garis henti ke titik konflik untuk kendaraan yang berangkat (m)
LTI	waktu hilang total dalam satuan detik

LV	kendaraan ringan ("light vehicle") menurut spesifikasi Bina Marga
MC	kendaraan bermotor ("motor cycle") menurut spesifikasi Bina Marga
N	jumlah data pengamatan
NQ_1	panjang antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dalam smp
NQ_2	panjang antrian yang datang pada fase merah berikutnya dalam smp
NQ	panjang antrian total kendaraan pada suatu pendekat dalam smp
O	tipe pendekat terlawan ("opposed")
P	tipe pendekat terlindung ("protected")
p_{LT}	perbandingan arus belok kiri terhadap arus total pada suatu pendekat
p_{RT}	perbandingan arus belok kanan terhadap arus total pada suatu pendekat
p_{UM}	rasio kendaraan tak bermotor terhadap arus total pada suatu pendekat
PR	rasio fase ("phase ratio")
Q	arus lalulintas total dalam satuan smp
Q_{LT}	arus lalulintas belok kiri dalam satuan smp
Q_{MV}	arus lalulintas kendaraan bermotor dalam satuan smp
Q_{RT}	arus lalulintas belok kanan dalam satuan smp
Q_{RTO}	arus lalulintas belok kanan pada arah lawan dalam satuan smp
Q_{ST}	arus lalulintas gerak lurus dalam satuan smp
Q_{UM}	arus lalulintas kendaraan tak bermotor dalam satuan smp
r	Koefisien korelasi
r^2	Koefisien determinasi
S	arus jenuh penyesuaian dalam satuan smp/jam-hijau
S_O	arus jenuh dasar dalam satuan smp/jam-hijau
smp	satuan mobil penumpang
UM	kendaraan tak bermotor ("unmotorised") menurut Bina Marga
V_{AV}	kecepatan kendaraan yang datang dalam satuan m/detik
V_{EV}	kecepatan kendaraan yang berangkat dalam satuan m/detik
W_A	lebar pendekat ("width of approach") dalam satuan meter
W_e	lebar efektif suatu pendekat dalam satuan meter
W_{keluar}	lebar keluar suatu pendekat dalam satuan meter
W_{LTOR}	lebar lajur belok kiri langsung saat merah menyala dalam satuan meter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumber daya untuk pembangunan infrastruktur jalan raya, adanya perbedaan perilaku lalulintas dan belum optimalnya pengoperasian dari fasilitas lalulintas yang ada, merupakan sebagian penyebab utama meningkatnya kemacetan dan keterlambatan perjalanan terutama pada persimpangan jalan.

Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dipakai sebagai suatu contoh guna studi perencanaan lalulintas di Indonesia. Kota ini dalam dasawarsa terakhir menunjukkan peningkatan arus lalulintas dengan segala permasalahannya seperti kemacetan, berkurangnya lahan parkir dan tidak seimbangnya jumlah kendaraan dengan panjang jalan yang tersedia. Peningkatan arus lalulintas di Yogyakarta didukung oleh sebutannya sebagai kota wisata dan kota pendidikan. Penduduk yang ingin menikmati keindahan wisata Yogyakarta berdatangan dari berbagai penjuru kota demikian pula pelajar yang ingin melanjutkan pendidikannya di Yogyakarta. Hal ini diiringi pula dengan kultur budaya mereka yang berlainan sehingga kondisi lalulintas di Yogyakarta turut diwarnai pula oleh perilaku pengendara yang berbeda pula.

Salah satu tempat bertemunya arus lalulintas yang akan menuju atau meninggalkan kota Yogyakarta adalah persimpangan Pingit. Pada persimpangan ini khususnya Jalan Tentara Pelajar secara visual sering menunjukkan antrian kendaraan yang panjang terutama pada periode jam-jam sibuk.

Perilaku lalulintas simpang bersinyal pada studi ini dinyatakan pada panjang antrian. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 simpang bersinyal akan digunakan untuk mencoba memperoleh karakteristik perilaku panjang antrian pada persimpangan Pingit.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghitung panjang antrian pada simpang bersinyal.
2. Membandingkan sejauh mana perbedaan (pada butir 1) antara perhitungan MKJI 1997 dengan kenyataan di lapangan.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka diperlukan batasan-batasan antara lain sebagai berikut :

1. Perilaku lalulintas yang ditinjau adalah panjang antrian.
2. Lokasi penelitian adalah simpang bersinyal Pingit dengan segala fenomena yang ada pada saat pengamatan.
3. Penelitian ini tidak membahas sikap dan perilaku pengemudi kendaraan.
4. Pedoman standar MKJI 1997 simpang bersinyal dipakai untuk menghitung panjang antrian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

1. Memperoleh gambaran yang jelas mengenai panjang antrian untuk simpang bersinyal lainnya yang memiliki karakteristik mirip dengan persimpangan Pingit.
2. Menarik minat untuk mengembangkan pemakaian MKJI 1997 lebih lanjut untuk kebutuhan perencanaan, perancangan dan pengoperasian lainnya dalam bidang rekayasa lalulintas.

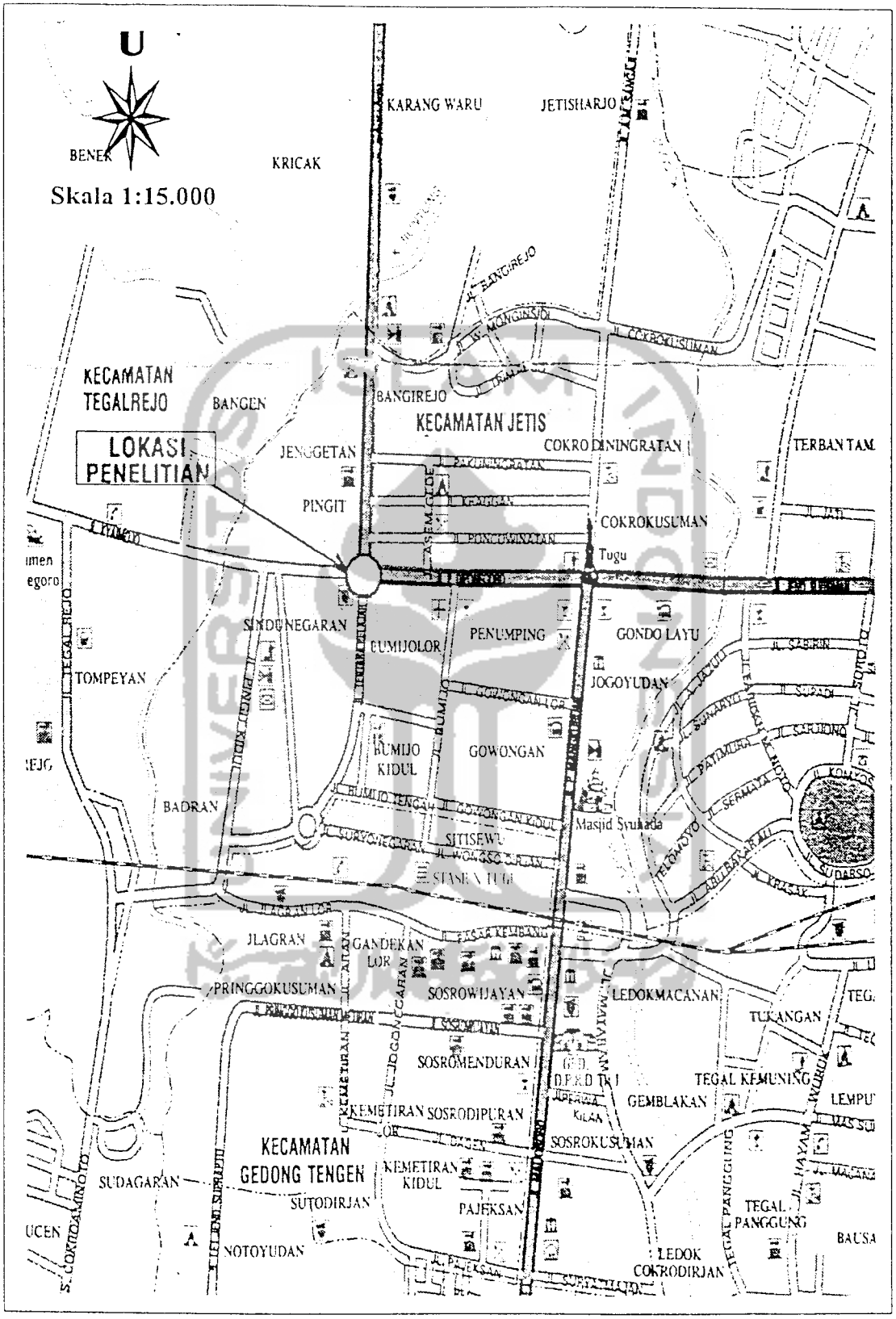
1.5 Lokasi Penelitian

Persimpangan Pingit menurut MKJI 1997 dapat digolongkan sebagai tipe 422 L, yaitu suatu simpang yang memiliki 4 (empat) pendekat dengan 2 (dua) pendekat pada jalur mayor/utama dan 2 (dua) pendekat pada jalur minor serta diperbolehkannya gerakan belok kiri saat lampu merah menyala (LTOR).

Lokasi penelitian yang dipilih berada pada ruas jalan yang cukup sibuk, mempertemukan Jalan Magelang di sebelah Utara, Jalan Diponegoro di sebelah Timur, Jalan Tentara Pelajar di sebelah Selatan dan Jalan Kyai Mojo di sebelah Barat. Kondisi geometrik simpang dapat dilihat pada lampiran 1 sedangkan lokasi penelitian selengkapnya ditunjukkan pada gambar 1.

Pengamatan menunjukkan bahwa arus pada persimpangan Pingit cukup ramai dibuktikan dengan jumlah antrian yang cukup panjang pada jam-jam sibuk, terutama Jalan Tentara Pelajar. Ruas jalan yang ditinjau memiliki kerb dan trotoar yang cukup, terletak pada ruas jalan perkotaan, terdapat sinyal pengatur lalulintas yang berfungsi dengan baik, tersedianya fasilitas penyeberangan jalan,

diperbolehkannya gerakan membelok ke kiri pada saat lampu merah menyala (kecuali Jalan Tentara Pelajar), memiliki 4 (empat) fase pergerakan terpisah dan semua pendekat dapat digolongkan sebagai pendekat tipe terlindung.



Gambar 1.1 Denah lokasi penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persimpangan Jalan

Persimpangan jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan. (Hobbs,1995)

Persimpangan bersinyal berdasarkan pengaturan lalulintasnya ada dua jenis yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan. Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalulintas dan pertimbangan lingkungan. (MKJI, 1997)

2.2 Sinyal dan Pengaturan Lalulintas

Pada umumnya sinyal lalulintas dipergunakan untuk alasan berikut :

a. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas.
b. Memberi kesempatan kepada kendaraan dan pejalan kaki dari jalan minor untuk memotong jalan mayor/utama.
c. Mengurangi tingkat kecelakaan lalulintas dan tundaan lalulintas.
d. Memberikan mekanisme pengaturan lalulintas yang efektif dan murah dibandingkan pengaturan manual.

Pada pengoperasian sinyal lalulintas dikenal tiga macam pengaturan, yaitu: (Highway Capacity Manual 1985 dalam Wahyu Widodo, 1996)

a. Pengaturan waktu tetap ("pretimed operation")

Pengaturan ini meliputi pengoperasian lampu pengatur lalulintas yang memiliki siklus dan fase tetap. Keuntungan dari pengoperasian jenis ini adalah tidak perlu mengganti waktu siklus karena arus yang melewati simpang tersebut relatif sama setiap harinya. Kerugiannya adalah apabila terdapat kenaikan volume arus lalulintas pada salah satu pendekat akan mengakibatkan besarnya tundaan pada pendekat tersebut, dan sebaliknya apabila volume arus mengecil pada salah satu pendekat maka arus pada pendekat lainnya harus menunggu lebih lama meskipun arus pada pendekat tersebut sudah habis selama fase hijau.

b. Pengaturan sinyal semi aktuasi ("semi actuated operation")

Pengaturan ini umumnya dipilih bila simpang tersebut terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan sebuah jalan utama. Jalan utama selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan minor menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan utama tersebut. Detektor dipasang pada jalan minor sehingga bila ada arus yang akan melintasi simpang, arus pada jalan utama akan dihentikan untuk memberi kesempatan lewat. Kerugiannya adalah apabila kedatangan arus lalulintas dari jalan minor cukup sering akan mengganggu kelancaran arus di jalan utama.

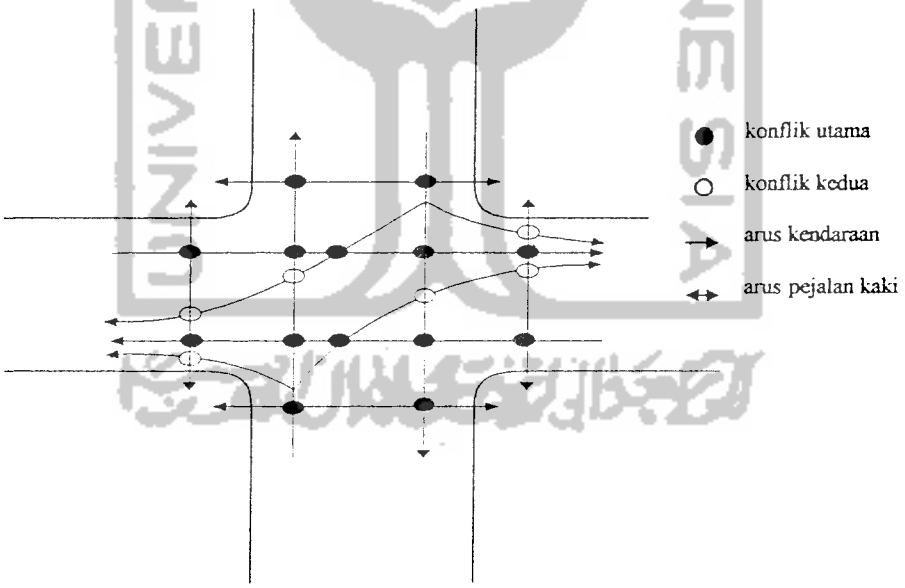
c. Pengaturan sinyal aktuasi penuh ("full actuated operation")

Pengaturan ini bercirikan semua fase lampu lalulintas dikontrol oleh detektor sehingga fase akan berubah secara otomatis tergantung dari besar kecilnya arus kendaraan yang menuju persimpangan. Pengaturan ini adalah yang paling efisien untuk simpang di antara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalulintas yang sama atau hampir sama.

Beberapa definisi tentang 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 pendekat yang sama dalam satuan detik.
c. Waktu hijau, adalah waktu nyala hijau suatu pendekat 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 dimana sinyal merah menyala bersamaan pada pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan 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 dimana lampu kuning dinyalakan setelah hijau pada suatu pendekat dalam satuan detik

Lampu lalulintas adalah suatu peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau elektris untuk mengatur kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Biasanya alat ini terdiri dari tiga warna yaitu warna merah, kuning dan hijau. Penggunaan sinyal dengan tiga warna diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalulintas yang menyebabkan konflik, baik konflik utama atau konflik kedua. Jika hanya konflik utama yang dipisahkan, pengaturan sinyal lalulintas 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)



Gambar 2.1 Konflik pada simpang bersinyal dengan empat lengan
(Sumber: MKJI, 1997)

2.3 Arus Jenuh

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

Arus lalulintas jenuh ("saturation flow") adalah tingkat arus maksimum yang dinyatakan sebagai ekivalen mobil penumpang yang dapat mengalir secara terus-menerus melewati garis henti suatu kaki persimpangan selama periode nyala hijau. (Salter, 1980)

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

2.4 Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalulintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan.

Pengukuran kuantitas adalah kemampuan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan dalam melayani lalulintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu. Perilaku lalulintas pada suatu simpang bersinyal meliputi waktu sinyal, kapasitas, rasio kendaraan terhenti, panjang antrian dan tundaan rata-rata. (MKJI, 1997)

Perilaku lalulintas mengenai kapasitas dan panjang antrian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kapasitas

Pengertian kapasitas dari suatu ruas jalan dalam sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan cukup untuk melalui ruas jalan tersebut dalam periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan serta lalulintas yang umum (Oglesby dan Hicks, 1988).

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

Pengukuran kapasitas dibagi menjadi tiga sebagai berikut:

a. Kapasitas dasar ("basic capacity"), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam pada kondisi jalan dan lalulintas yang paling mendekati ideal.
b. Kapasitas mungkin ("possible capacity"), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam pada kondisi arus lalulintas yang sedang berlaku pada jalan tersebut.
c. Kapasitas praktis ("practical capacity"), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau jalur jalan selama satu jam dengan kepadatan lalulintas yang cukup besar, yang dapat menyebabkan perlambatan berarti bagi kebebasan pengemudi kendaraan melakukan gerakan pada kondisi jalan dan lalulintas yang berlaku saat itu.

Adapun pengertian kondisi ideal secara umum adalah:

a. Arus lalulintas tidak terganggu oleh hambatan samping dan pedestrian.
b. Arus lalulintas hanya terdiri dari mobil penumpang.
c. Jalan datar sedemikian rupa sehingga alinyemen horisontal dan vertikal memenuhi kecepatan 120 km/jam serta jarak pandangan menyiap yang cukup untuk jalan dengan 2 jalur dan 3 jalur.
d. Lebar lajur jalan minimal 3,6 meter (12 ft).
e. Lebar bahu jalan minimal 1,8 meter (6 ft).

2. Antrian dan Panjang Antrian

Antrian kendaraan seringkali dijumpai pada suatu persimpangan jalan saat kondisi tertentu, misalnya pada jam-jam sibuk, hari libur atau hari raya, pada akhir pekan dan kondisi khusus lainnya.(Salter, 1980)

Panjang antrian ("queue length") merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat . Panjang antrian dapat dinyatakan dalam dua satuan yaitu dalam satuan meter (m) dan satuan mobil penumpang (smp). (MKJI, 1997)

Perkiraan panjang antrian biasanya ditentukan pada permulaan periode hijau karena akan menghasilkan nilai terbesar dari sejumlah percobaan. Pengamatan panjang antrian dapat dibagi dalam beberapa waktu pengamatan yang pendek misalnya per jam, untuk memperoleh perkiraan yang lebih baik. (Salter, 1980)

2.5 Volume Lalulintas

Volume adalah sebuah variabel yang penting dalam teknik lalulintas dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu. (Hobbs, 1995)

Volume lalulintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu baik dalam hari, jam atau menit. Satuan volume lalulintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah lalulintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. (Silvia Sukirman, 1994)

Pada perhitungan volume lalulintas secara manual, pengamat mencatat pada lembar formulir survei untuk setiap periode perhitungan. Lembaran-lembaran ini lalu dijumlahkan untuk memperoleh jumlah tiap macam kendaraan yang melewati pengamat selama periode itu. (Hobbs, 1995)

2.6 Kecepatan

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

Ada tiga macam kecepatan, yaitu:

a. 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 antar dua tempat tersebut.
b. Kecepatan setempat ("spot speed"), adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan.
c. Kecepatan bergerak ("running speed"), adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur saat kendaraan bergerak yang didapat dengan

membagi panjang jalur dengan waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

2.7 Karakteristik Geometrik

Beberapa karakteristik geometrik meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Klasifikasi Perencanaan Jalan

Klasifikasi perencanaan jalan berdasarkan tipe dan kelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi perencanaan jalan

Klasifikasi perencanaan		Standar perencanaan harian lalulintas (smp)
Tipe I	Kelas 1	20.000
	Kelas 2	20.000
Tipe II	Kelas 1	18.000
	Kelas 2	15.000
	Kelas 3	13.000

(Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Perkotaan, DPU Dirjen Bina Marga)

Sesuai dengan standar perencanaan geometrik untuk jalan perkotaan, maka jalan dibagi dalam kelas-kelas berdasarkan fungsi, volume dan sifat-sifat lalulintasnya. Pembagian ini digunakan untuk menentukan kelas jalan atas kemampuannya menampung arus lalulintas. (Silvia Sukirman, 1994)

Sesuai dengan fungsinya jalan dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu:

a. Jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

c. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

2. Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan akan menunjukkan perilaku berbeda pada pembebanan lalulintas tertentu. Tipe jalan ditunjukkan dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan. (MKJI, 1997)

Tipe jalan dapat dibedakan menjadi:

a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).

b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan/atau terbagi (4/2 D).

c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).

d. Jalan satu arah dan jalur bebas hambatan.

3. Jalur dan Lajur Lalulintas

Jalur lalulintas ("travelled way") adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalulintas kendaraan. Jalur lalulintas terdiri dari beberapa lajur ("lane") kendaraan yaitu bagian dari jalur lalulintas yang khusus diperuntukkan untuk dilalui oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

Lebar lajur lalulintas merupakan bagian jalan yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalulintas hanya dapat

ditentukan dengan pengamatan langsung di lapangan. Kecepatan arus dan kapasitas akan meningkat dengan bertambahnya lebar lajur lalulintas, sedangkan banyaknya lajur lalulintas yang dibutuhkan sangat tergantung dari volume lalulintas yang akan menggunakan jalan tersebut dan tingkat pelayanan jalan yang diharapkan. (Silvia Sukirman, 1994)

4. Bahu Jalan

Bahu jalan ("shoulder") adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalulintas yang berfungsi sebagai:

a. Ruangan tempat berhenti sementara kendaraan.
b. Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat untuk mencegah kecelakaan.
c. Ruangan pembantu pada saat mengadakan perbaikan atau pemeliharaan jalan.
d. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.

5. Trotoar dan Kereb

Trotoar ("side walk") adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalulintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki/pedestrian. Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah oleh struktur fisik berupa kereb. Perlu atau tidaknya suatu trotoar disediakan sangat tergantung dari volume pedestrian dan pemakai jalan.

Kereb ("kerb") adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan dan bahu jalan yang terutama dimaksudkan untuk keperluan drainasi dan mencegah

keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan serta memberikan ketegasan tepi perkerasan. (Silvia Sukirman, 1994)

6. Median Jalan

Secara garis besar median berfungsi sebagai berikut: (Silvia Sukirman, 1994)

a. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar bagi pengemudi dalam mengontrol kendaraan pada saat-saat darurat.
b. Menyediakan jarak yang cukup untuk mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
c. Menambah rasa kelegaan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.
d. Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalulintas.

7. Alinyemen Jalan

Alinyemen jalan merupakan elemen dari perencanaan geometrik jalan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalulintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan dengan biaya pelaksanaan.

Elemen dari perencanaan geometrik jalan meliputi:

a. Alinyemen horisontal atau trase jalan

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal yang terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat berupa busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja.

Perencanaan geometrik jalan memfokuskan pada pemilihan letak dan panjang dari bagian-bagian ini sesuai dengan kondisi medan.

b. Alinyemen vertikal atau penampang memanjang jalan

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan untuk jalan 2 lajur 2 arah atau melalui tepi dalam masing-masing perkerasan untuk jalan dengan median. Perencanaan geometrik jalan mempertimbangkan bagaimana meletakkan sumbu jalan sesuai kondisi medan berkaitan dengan pekerjaan tanah yang mungkin timbul akibat adanya galian dan timbunan yang harus dilakukan. (Silvia Sukirman, 1994)

2.8 Tinjauan Lingkungan

Beberapa faktor lingkungan yang cukup berpengaruh adalah ukuran kota, tata guna lahan, hambatan samping dan kondisi lingkungan sekitar jalan.

1. Ukuran Kota

Ukuran kota ("city size") adalah jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar.

2. Hambatan Samping

Hambatan samping ("side friction") adalah dampak terhadap perilaku lalulintas dari aktivitas pada suatu pendekat, akibat gerakan pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti, kendaraan lambat (becak, kereta kuda dan

3. Kondisi Lingkungan Jalan

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

a. Komersial ("commercial"), yaitu tata guna lahan komersial seperti toko, restoran dan kantor dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

b. Pemukiman ("residential"), yaitu tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

c. Akses terbatas ("restricted area"), yaitu jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali.

2.9 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Wahyu Widodo (1996) dalam penelitiannya tentang simpang bersinyal pada simpang empat Jetis Yogyakarta, membandingkan panjang antrian metoda MKJI 1996 dan program OSCADY dengan kondisi di lapangan. Hasil akhir penelitian ini adalah perubahan nilai emp untuk kendaraan tak bermotor dari 0,5 menjadi 0,2 dengan tujuan untuk meratakan fluktuasi volume lalulintas pada jam sibuk.

Nilai arus jenuh dasar untuk metoda MKJI 1996 mengalami perubahan pada faktor konstanta yang semula 600 menjadi 775 sehingga $S_O = 775 \times W_e$. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan nilai kapasitas. Hasil analisis data panjang antrian kedua metoda hitungan diuji secara statistik dengan metoda "chi square" .

Sebagai perbandingan, nilai arus jenuh dasar di Inggris adalah sebesar $S_O = 525 \times W_e$ (Salter, 1980)

BAB III

LANDASAN TEORI

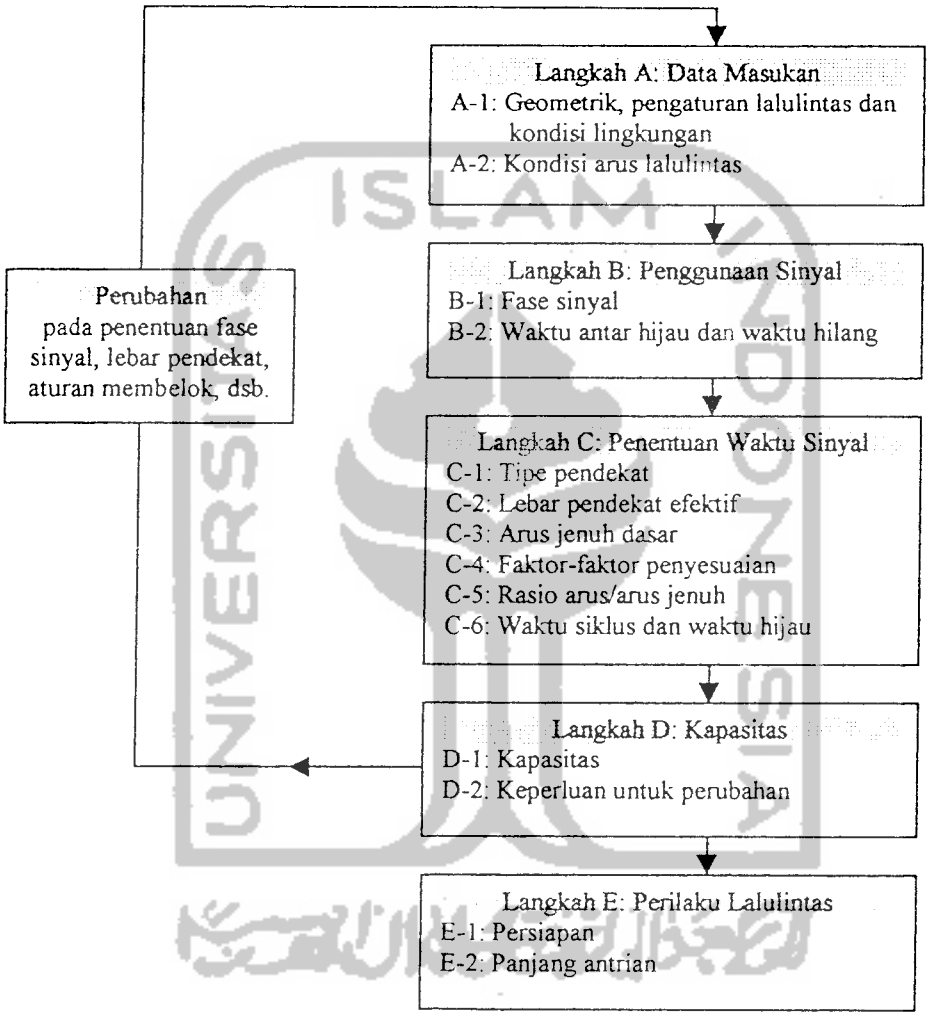
3.1 Analisis Perilaku Lalulintas

Pada perhitungan dan analisis panjang antrian digunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997). Manual selain mencakup prosedur perhitungan dan analisa untuk keperluan perancangan, perencanaan dan pengoperasian jalan, juga memuat pedoman teknik lalulintas sehubungan dengan pemilihan tipe fasilitas dan rencana sebelum memulai prosedur perhitungan rinci untuk menentukan perilaku lalulintasnya sesuai dengan kondisi di Indonesia.

Analisis perancangan jalan dimaksudkan untuk menentukan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalulintas. Analisis perencanaan dimaksudkan untuk menentukan rencana geometrik secara detail dan parameter pengontrol lalulintas dari suatu fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalulintas yang diketahui. Analisa operasional dimaksudkan untuk menentukan perilaku lalulintas suatu jalan pada kebutuhan lalulintas tertentu berdasarkan peramalan yang akan terjadi akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, pengaturan lalulintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

3.2 Prosedur Perhitungan

Prosedur yang diperlukan untuk penentuan perilaku lalulintas panjang antrian pada simpang bersinyal dapat digambarkan pada bagan alir di bawah ini:



Gambar 3.1 Bagan alir analisa panjang antrian pada simpang bersinyal (Sumber: MKJI, 1997)

3.2.1 Data Masukan

3.2.1.1 Data Geometrik, Fase dan Lingkungan

Data-data yang diperlukan bagi keperluan geometrik antara lain tipe jalan, denah dan posisi dari pendekat simpang, pulau-pulau lalulintas, garis henti,

penyeberangan pejalan kaki, marka lajur, marka panah, lebar bagian pendekat yang diperkeras, lebar tempat masuk atau keluar, median, bahu, alinyemen dan panjang dari pendekat.

Pada pengaturan lalulintas diperlukan data-data antara lain fase dan waktu siklus, adanya gerakan belok kiri langsung, waktu hijau, waktu antar hijau dan waktu hilang total, sedangkan data untuk kondisi lingkungan meliputi ukuran kota, kode pendekat, tipe lingkungan dan tingkat hambatan samping.

3.2.1.2 Kondisi Arus Lalulintas

Perhitungan arus lalulintas dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalulintas rencana jam puncak pagi, jam puncak siang, jam puncak sore atau jam lewat puncak.

Arus lalulintas untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT}, lurus Q_{ST} dan belok kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) pada tabel 3.1 untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Tabel 3.1 Nilai ekivalen mobil penumpang (emp)

Jenis kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	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)

Rasio jumlah kendaraan yang membelok ke kiri dan ke kanan bernilai sama untuk pendekat terlawan atau terlindung yang dapat dihitung dengan rumus:

$$p_{LT} = Q_{LT}\,(smp/jam) / Q_{total}\,(smp/jam) \quad \ldots\ldots (3.1)$$

$$p_{RT} = Q_{RT}\,(smp/jam) / Q_{total}\,(smp/jam) \quad \ldots\ldots (3.2)$$

Rasio kendaraan tak bermotor (p_{UM}) dapat diperoleh dengan membagi arus kendaraan tak bermotor Q_{UM} dengan arus kendaraan bermotor total Q_{MV}.

p_{UM} = Q_{UM} (kend/jam) / Q_{MV} (kend/jam) ..... (3.3)

Nilai-nilai normal untuk komposisi lalulintas berikut dapat digunakan jika tidak ada taksiran yang lebih baik :

Tabel 3.2 Komposisi lalulintas normal suatu kota

Ukuran kota (juta penduduk)	Komposisi lalulintas kendaraan bermotor (%)			Rasio kendaraan tak bermotor p_{UM}
	Kendaraan ringan LV	Kendaraaan berat HV	Sepeda motor MC	
> 3	60	4,5	35,5	0,01
1 – 3	55,5	3,5	41	0,05
0,5 – 1	40	3,0	57	0,14
0,1 – 0,5	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1	63	2,5	34,5	0,05

(Sumber: MKJI, 1997)

Jenis kendaraan yang merupakan unsur lalulintas di atas roda, sesuai klasifikasi Bina Marga, dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Kendaraan ringan (LV), meliputi kendaraan bermotor as dua dengan 4 roda dan dengan as 2,0-3,0 m, termasuk mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil.
2. Kendaraan berat (HV), meliputi kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda dan dengan as lebih dari 3,5 m, termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi.
3. Kendaraan tak bermotor (UM), merupakan kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan, termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

4. Sepeda motor (MC), meliputi kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda, termasuk sepeda motor dan kendaraan roda 3.

3.2.2 Penggunaan Sinyal

3.2.2.1 Penentuan Fase Sinyal

Fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalulintas sebuah simpang daripada jenis pengaturan. Waktu hilang sebuah simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang bila fase tambahan diberikan. Jika arus belok kanan terlalu besar untuk dilayani dengan sistim dua fase maka perlu diterapkan hijau awal untuk pendekat ini dan hijau akhir untuk pendekat lainnya.

3.2.2.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perencanaan dan operasional disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang, sedangkan untuk kebutuhan perancangan nilai normal waktu antar hijau dapat digunakan sebagai berikut :

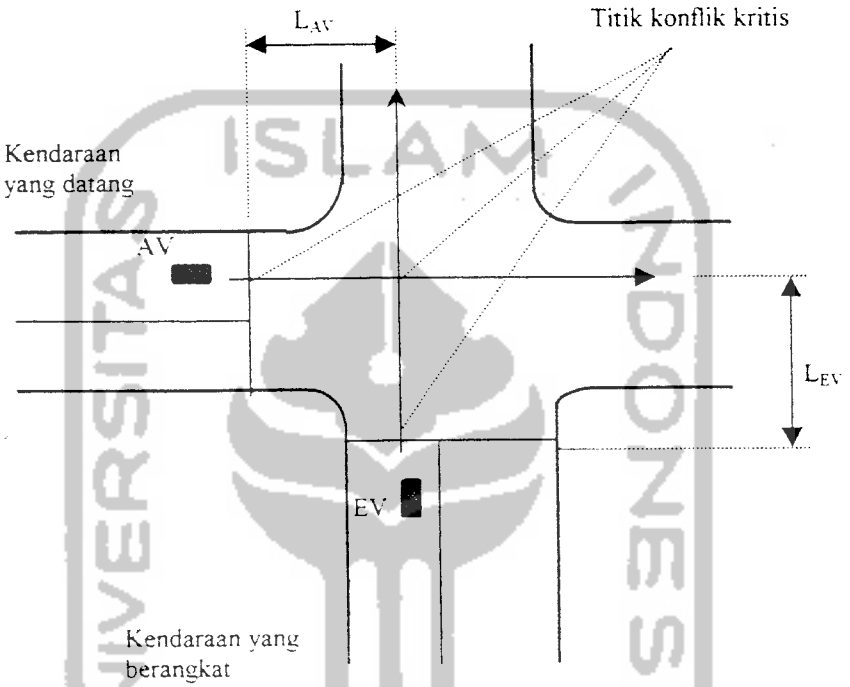
Tabel 3.3 Nilai normal waktu antar hijau

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal
Kecil	6 – 9 m	4 det per fase
Sedang	10 –14 m	5 det per fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 det per fase

(Sumber: MKJI, 1997)

Waktu merah semua yang diperlukan bagi pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada

awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat atau datang dari garis henti sampai ke titik konflik serta panjang dari kendaraan yang berangkat, sesuai gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Titik-titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan (Sumber: MKJI, 1997)

Titik konflik kritis pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua ("all red time") terbesar berdasarkan rumus 3.4 di bawah ini:

$$ART = \left[\left(\frac{L_{EV} + l_{EV}}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}}\right)\right]_{max} \quad \text{.....(3.4)}$$

dimana:

L_{EV}, L_{AV} = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

V_{EV}, V_{AV} = kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik)

l_{EV} = panjang kendaraan yang berangkat (m)

Nilai-nilai yang dipilih untuk l_{EV}, V_{EV} dan V_{AV} tergantung dari komposisi lalulintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih:

a. Panjang kendaraan yang berangkat l_{EV} : 5 m (LV atau HV)
2 m (MC atau UM)

b. Kecepatan kendaraan yang datang V_{AV} : 10 m/detik (MV)

c. Kecepatan kendaraan yang berangkat V_{EV} : 10 m/detik (MV)
3 m/detik (UM)

Apabila periode merah semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang ("lost time") untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau ("inter green"):

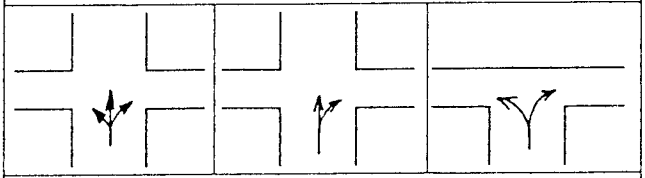
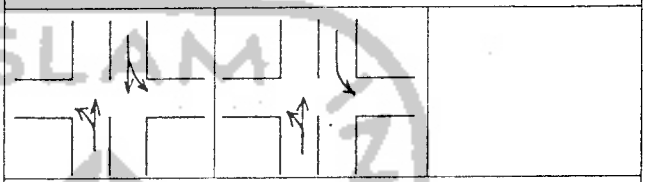
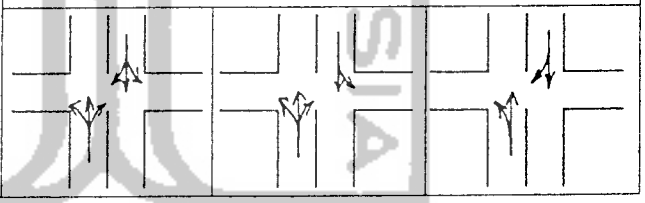
$$LTI = \Sigma (\text{merah semua} + \text{kuning}) = \Sigma IG \quad \ldots\ldots (3.5)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalulintas perkotaan di Indonesia biasanya sebesar 3 detik/fase.

3.2.3 Penentuan Waktu Sinyal

3.2.3.1 Tipe Pendekat

Setelah tipe pendekat ditentukan dibuatlah sketsa yang menunjukkan arah dari distribusi arus kendaraan, baik pada arah sendiri maupun arah lawan.

Tipe Pendekat	Keterangan	Contoh-contoh 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 dengan fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah 
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu-lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah dengan arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama, semua belok kanan tidak terbatas 

Gambar 3.3 Penentuan tipe pendekat terlindung dan terlawan
(Sumber: MKJI, 1997)

3.2.3.2 Lebar Pendekat Efektif

Beberapa pengertian mengenai lebar pada suatu pendekat antara lain:

1. Lebar pendekat (W_A), adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras diukur di bagian tersempit di sebelah hulu dalam satuan meter.
2. Lebar masuk (W_{masuk}), adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras diukur pada garis henti dalam satuan meter.

3. Lebar keluar (W_{keluar}), adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras yang digunakan oleh lalulintas buangan setelah melewati persimpangan jalan.
4. Lebar efektif (W_e), adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (berdasarkan W_A , W_{masuk}, W_{keluar} dan gerakan lalulintas membelok) dalam satuan meter.

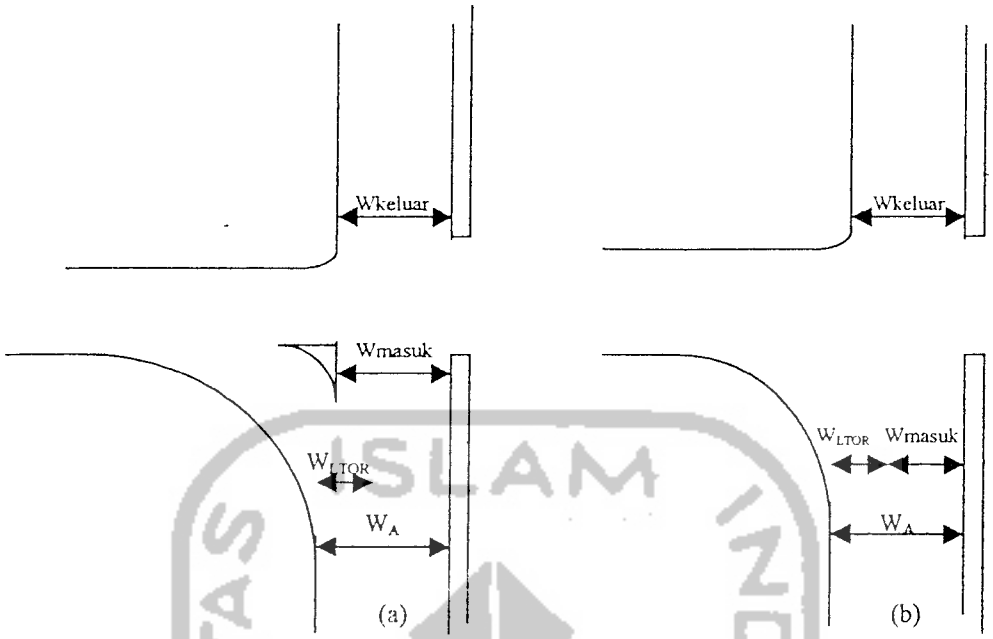
Penentuan lebar pendekat efektif diperoleh dari prosedur berikut:

1. Prosedur untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (LTOR)

   Jika $W_{keluar} < W_A \times (1 - p_{RT} - p_{LTOR})$, sebaiknya $W_e = W_{keluar}$ dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja yaitu $Q = Q_{ST}$.

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

   Penentuan W_e untuk pendekat dengan pulau lalulintas ditunjukkan pada gambar 3.4 (a) sedangkan untuk pendekat tanpa pulau lalulintas ditunjukkan pada gambar 3.4 (b) di bawah ini:



Gambar 3.4 Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalulintas
(Sumber: MKJI, 1997)

2.1 Jika $W_{LTOR} \geq 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama fase merah.

a. Langkah 1:

Q_{LTOR} tidak dimasukkan dalam perhitungan, sehingga:

$Q = Q_{ST} + Q_{RT}$ ..... (3.6)

W_e = nilai terkecil dari $(W_A - W_{LTOR})$ atau W_{masuk} ..... (3.7)

b. Langkah 2:

Jika $W_{keluar} < W_A \times (1 - p_{RT})$, sebaiknya $W_e = W_{keluar}$ dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja yaitu $Q = Q_{ST}$. (hanya untuk tipe P)

2.2 Jika $W_{LTOR} < 2$ m, dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama fase merah.

a. Langkah 1:

Besaran Q_{LTOR} diikutsertakan dalam perhitungan selanjutnya, sehingga:

W_e merupakan nilai terkecil dari ketiga nilai berikut:

W_A, $(W_{masuk} + W_{LTOR})$ atau $[W_A \times (1 + p_{LTOR}) - W_{LTOR}]$..... (3.8)

b. Langkah 2:

Jika $W_{keluar} < W_A \times (1 - p_{RT} - p_{LTOR})$, sebaiknya $W_e = W_{keluar}$ dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja yaitu $Q = Q_{ST}$.

3.2.3.3 Arus Jenuh Dasar

Untuk pendekat tipe terlindung (P) nilai S_o ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat, yang dihitung sebagai:

$S_o = 600 \times W_e$ (smp/jam hijau) ..... (3.9)

3.2.3.4 Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian adalah faktor koreksi untuk penyesuaian dari sekumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya, meliputi faktor penyesuaian ukuran kota, hambatan samping, kelandaian, parkir, belok kanan dan belok kiri.

Tabel 3.4 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

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

(Sumber: MKJI, 1997)

Tabel 3.5 Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (p_{UM})					
			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	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	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)

Faktor penyesuaian kelandaian untuk kelandaian 0 % adalah sebesar $F_G = 1$, sedangkan faktor penyesuaian pengaruh parkir ditentukan dengan rumus:

$$F_P = [(L_P/3) - (W_A - 2) \times ((L_P/3) - g) / W_A] / g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.10)$$

Faktor penyesuaian belok kanan berlaku untuk pendekat tipe P tanpa median, jalan dua arah dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, sedangkan faktor penyesuaian belok kiri berlaku untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, yang dapat dihitung sebagai berikut:

$F_{RT} = 1 + (p_{RT} \times 0{,}26)$ ..... (3.11)

$F_{LT} = 1 - (p_{LT} \times 0{,}16)$ ..... (3.12)

Setelah faktor penyesuaian ditentukan, nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai:

$S = S_o \times F_{CS} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$ (smp/jam-hijau) ..... (3.13)

3.2.3.5 Rasio Arus dan Rasio Arus Jenuh

Prosedur untuk menentukan rasio arus dan rasio arus jenuh antara lain:

1. Memasukkan arus lalulintas tiap pendekat (Q) dengan memperhatikan hal-hal berikut:
   a. Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisa, hanya gerakan lurus dan belok kanan yang dimasukkan dalam nilai Q.
   b. Jika $W_e = W_{keluar}$, hanya gerakan lurus yang dimasukkan dalam nilai Q.
2. Menghitung rasio arus masing-masing pendekat dengan rumus:

   $FR = Q / S$ ..... (3.14)
3. Memberi tanda rasio arus kritis atau tertinggi (FR_{CRIT}) pada tiap fase.
4. Menghitung rasio arus simpang sebagai jumlah dari nilai-nilai FR.

   $IFR = \sum (FR_{CRIT})$ ..... (3.15)
5. Menghitung rasio fase pada tiap fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR dengan rumus:

   $PR = FR_{CRIT} / IFR$ ..... (3.16)

3.2.3.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Langkah-langkah yang dilakukan antara lain:

1. Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian untuk pengendalian waktu tetap dengan rumus:

$$c_{ua} = (5 + (1{,}5 \times LTI)) / (1 - IFR) \quad \ldots\ldots (3.17)$$

Pada tabel 3.6 dapat dilihat waktu siklus yang disarankan untuk berbagai pengaturan fase.

Tabel 3.6 Waktu siklus yang disarankan

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua fase	40 – 80
Pengaturan tiga fase	50 – 100
Pengaturan empat fase	80 – 130

(Sumber: MKJI, 1997)

Nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar < 10 m dan nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus yang melebihi nilai yang disarankan akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melewati 130 detik harus dihindari kecuali pada simpang sangat besar, karena hal ini akan menyebabkan kerugian dalam kapasitas secara keseluruhan. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi dari batas yang disarankan, hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut tidak mencukupi.

2. Menghitung waktu hijau untuk tiap fase dengan rumus:

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad \ldots\ldots (3.18)$$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki saat menyeberang jalan.

3. Menghitung waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan waktu hijau (yang telah dibulatkan) dan waktu hilang.

$$c = \sum g + LTI \quad \ldots\ldots (3.19)$$

3.2.4 Penentuan Kapasitas

3.2.4.1 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Prosedur yang dilakukan adalah:

1. Menghitung kapasitas tiap pendekat dengan rumus:

$$C = S \times (g/c) \quad \ldots\ldots (3.20)$$

2. Menghitung derajat kejenuhan tiap pendekat dengan rumus:

$$DS = Q / C \quad \ldots\ldots (3.21)$$

3.2.4.2 Keperluan Untuk Perubahan

Jika waktu siklus yang dihitung pada langkah 3.2.3.6 lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, nilai derajat kejenuhan umumnya akan lebih tinggi dari 0,85. Hal ini menunjukkan simpang tersebut mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang kendaraan pada kondisi lalulintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu dari tindakan berikut perlu dipertimbangkan:

1. 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 dua fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin akan sesuai. Penerapan fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin harus disertai dengan tindakan pelebaran juga.

Jika simpang dioperasikan dalam empat fase dengan arus berangkat terpisah untuk tiap pendekat, rencana fase dengan dua fase mungkin akan memberikan kapasitas lebih tinggi asalkan gerakan belok kanan < 200 smp/jam.

2. Penambahan lebar pendekat

   Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan ini akan diperoleh jika dilakukan pada pendekat dengan nilai FR_{CRIT} tertinggi.

3. 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.

3.2.5. Penentuan Panjang Antrian

3.2.5.1 Persiapan

Sebelum menentukan perilaku lalulintas panjang antrian diperlukan persiapan-persiapan sebagai berikut:

1. Mengisikan informasi yang diperlukan pada bagian atas formulir.
2. Memasukkan kode pendekat.
3. Memasukkan arus lalulintas Q (smp/jam) tiap pendekat
4. Memasukkan kapasitas C (smp/jam) tiap pendekat.
5. Memasukkan derajat kejenuhan DS tiap pendekat.
6. Menghitung rasio hijau GR tiap pendekat dari hasil penyesuaian.
7. Memasukkan arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang diperoleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR.

3.2.5.2 Panjang Antrian

Panjang antrian dapat ditentukan setelah persiapan selesai dilakukan.

1. Menghitung jumlah kendaraan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Prosedur berikut berlaku untuk nilai DS > 0,50 :

$$NQ_1 = 0{,}25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0{,}5)}{C}} \right] \quad \text{..... (3.22)}$$

dan jika nilai DS < 0,5 nilai $NQ_1 = 0$ ..... (3.23)

2. Menghitung jumlah antrian yang datang selama fase merah dengan rumus:

$$NQ_2 = c \times \frac{Q}{3600} \times \frac{(1-GR)}{1-(GR \times DS)} \quad \text{..... (3.24)}$$

dimana :

$GR = g / c$ ..... (3.25)

3. Menjumlahkan kendaraan antri total.

$NQ = NQ_1 + NQ_2$ (smp) ..... (3.26)

3.3 Analisa Statistik Panjang Antrian

Prosedur penentuan panjang antrian lapangan dapat dilihat pada bab IV. Hasil perhitungan panjang antrian metoda MKJI 1997 dan panjang antrian lapangan yang telah dilakukan selanjutnya dianalisis dengan metoda chi kuadrat, metoda regresi linear dan metoda korelasi linear.

3.3.1 Metoda Chi Kuadrat

Metoda ini digunakan untuk mengadakan estimasi atau pengujian hipotesa. Sebagai alat estimasi chi kuadrat digunakan untuk menaksir apakah ada perbedaan signifikan atau tidak antara frekuensi yang diobservasi dengan frekuensi yang

diharapkan. Sebagai alat pengujian hipotesa chi kuadrat digunakan untuk mengetahui apakah frekuensi yang diperoleh berbeda secara signifikan dengan frekuensi yang diharapkan. Chi kuadrat juga berguna dalam menguji hipotesa tentang ada tidaknya korelasi antar dua faktor atau lebih.

Uji ini dapat dilihat dengan "Pearson's test for goodness of fit" sebagai berikut :

- Hipotesis nul (H_o) : tidak terdapat perbedaan antara nilai panjang antrian metoda MKJI 1997 dengan panjang antrian lapangan.

  Bila dinyatakan dengan persamaan matematik adalah sebagai berikut:

  $H_o : p_1 = p_{10} = p_k = p_{ko}$

- Nilai chi kuadrat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

  $$X^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{.....(3.27)}$$

  dimana:

  X^2 : nilai chi kuadrat

  O : frekuensi yang diobservasi, nilai panjang antrian lapangan

  E : frekuensi yang diharapkan, nilai panjang antrian metoda MKJI 1997

- Distribusi derajat kebebasan df = (N - 1).
- Tingkat signifikansi (α) diambil sebesar 5 % dan 0,5 %.
- Jika nilai $X^2 > X^2_\alpha$ berarti terdapat hubungan yang signifikan dan H_o kita tolak.

3.3.2 Metoda Regresi Linear

Analisa regresi merupakan suatu alat analisa untuk memperoleh suatu persamaan dan garis yang menunjukkan persamaan hubungan antara dua variabel, dan mengestimasi nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lain yang diketahui. Untuk menentukan ketepatan garis estimasi yang baik digunakan metoda kuadrat terkecil ("least square method"). Pola hubungan antara dua variabel X dan Y dikatakan linear bila besar perubahan yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai X konstan pada jangkauan nilai X yang diperhitungkan. Model matematika sederhana untuk regresi linear adalah: (Anto Dajan, 1984)

$$Y = a + b.X \quad \text{..... (3.28)}$$

dimana:

X = variabel bebas (dependen)

Y = variabel tak bebas (independen)

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

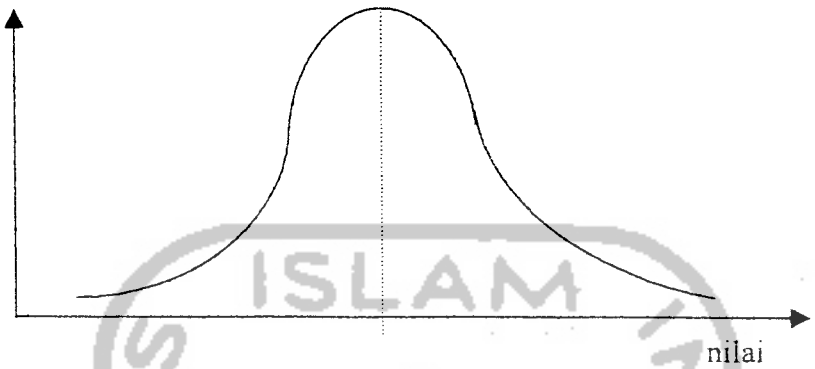
$$b = \frac{(N.\Sigma XY) - (\Sigma X.\Sigma Y)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \quad \text{..... (3.29)}$$

$$a = \frac{\Sigma Y - (b.\Sigma X)}{N} \quad \text{..... (3.30)}$$

dengan N adalah jumlah data pengamatan.

Hasil-hasil pengamatan akan terdistribusi atau berdistibusi secara normal jika nilai N cukup besar (120 data atau lebih), sedangkan jika nilai N kecil (kurang dari 120) hasil pengamatan tidak lagi mengikuti sifat-sifat distribusi normal sehingga penggunaan tabel kurva normal akan memberikan interpretasi yang

kurang teliti. Untuk nilai N < 30 sebaiknya menggunakan tabel nilai t atau tabel nilai r. (Sutrisno Hadi, 1989)



Gambar 5.1 Kurva distribusi normal
(Sumber: Sutrisno Hadi, 1989)

3.3.3 Metoda Korelasi Linear

Analisa 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 positip maka korelasi yang terjadi bersifat searah, artinya kenaikan/penurunan nilai-nilai X terjadi bersama-sama dengan kenaikan/penurunan nilai Y.

Nilai r dapat dihitung dengan rumus berikut: (Anto Dajan, 1983)

$$r = \frac{(N.\Sigma XY) - (\Sigma X.\Sigma Y)}{\sqrt{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}.\sqrt{(N.\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.31)$$

Bilamana nilai r yang kita hitung sama dengan atau lebih besar dari nilai r dalam tabel nilai r, maka nilai r yang kita peroleh tersebut signifikan, sehingga kita akan menolak hipotesa yang mengatakan bahwa korelasi antara dua variabel adalah nul/nihil atas dasar taraf signifikansi (α) yang kita gunakan.

Penentuan batas derajat tingkat kepercayaan adalah sebagai berikut: (Sutrisno Hadi, 1989)

- $r \geq 0,70$: 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

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode yang dipakai pada analisa panjang antrian simpang bersinyal meliputi:

1. Metode Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek adalah mencari variabel yang dapat dijadikan sasaran dan perbandingan dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah kondisi geometrik dan lingkungan, pengaturan lalulintas, volume lalulintas, fase sinyal, waktu siklus, klasifikasi kendaraan serta periode pengamatan.

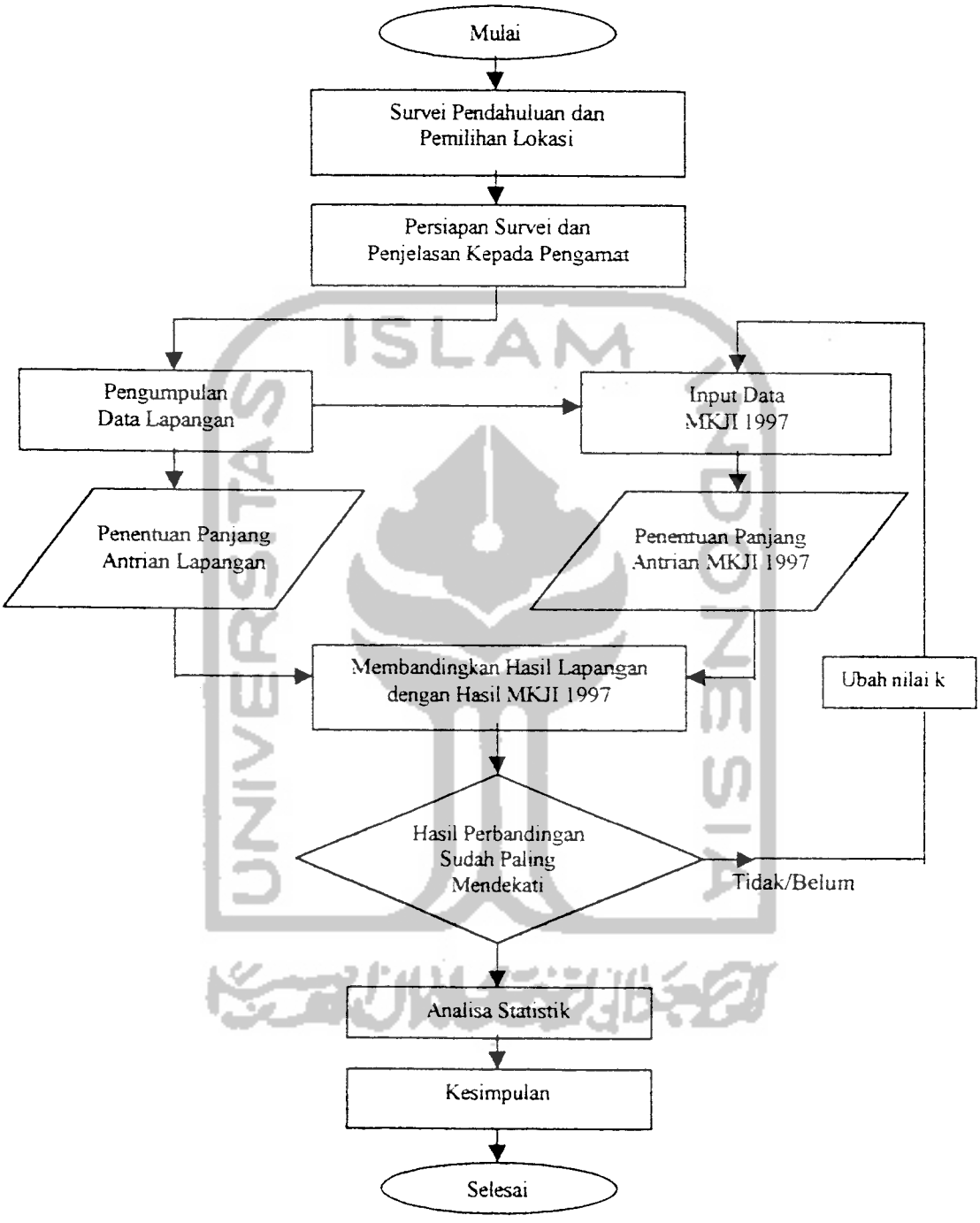
2. Metode Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan landasan teori yang mengacu pada buku-buku, pendapat dan teori-teori yang berhubungan dengan subyek penelitian.

3. Metode Inventarisasi Data

Metode inventarisasi data dilakukan guna pengolahan data dan analisa. Data primer diperoleh dengan cara observasi atau pengamatan di lapangan sedangkan data sekunder diperoleh dengan menginventarisir data yang merujuk pada data dari Biro Statistik Kotamadya Yogyakarta.

4. Metode Analisis Data



Gambar 4.1 Bagan alir jalannya penelitian

Bagan alir jalannya penelitian dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Survei Pendahuluan dan Pemilihan Lokasi

Tahapan ini dilakukan secara visual terhadap beberapa simpang yang memiliki kriteria simpang menurut MKJI 1997, meliputi kondisi geometrik, komposisi arus dan lingkungan jalan serta panjang antrian yang terjadi pada periode jam sibuk.

2. Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat

Tahapan ini dimaksudkan agar pelaksanaan survei dapat berjalan dengan baik serta dapat meminimalkan kesalahan atau hambatan.

Kegiatan yang dilakukan antara lain membuat formulir penelitian untuk pencacahan volume lalulintas, pengujian efektifitas formulir yang digunakan, mengumpulkan sejumlah pengamat, pemberian informasi kepada pengamat tentang kegiatan yang akan dilakukan dan cara-cara mengisikan formulir, menentukan lokasi pengamat pada suatu pendekat, menentukan waktu survei dan periode pengamatan, mempersiapkan alat-alat penelitian dan pengujian bekerjanya alat.

3. Pengumpulan Data Lapangan

a. Waktu Penelitian

Proses pengambilan data primer dilakukan selama 3 hari pada jam sibuk pagi dan siang hari pada tanggal 15, 17 dan 20 Juni 1998, yaitu:

- pukul 06.45-07.45 WIB
- pukul 13.00-14.00 WIB

Khusus pengukuran geometrik dilakukan tanggal 17 dan 19 Juni 1998 pukul 01.00-01.30 WIB agar tidak mengganggu arus lalulintas.

b. Pengambilan Data Geometrik

Data geometrik simpang yang terpenting adalah dimensi dari masing-masing bagian simpang. Pengamatan secara visual dan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan cara mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat, menentukan ada tidaknya median jalan, menentukan kelandaian jalan, mengukur lebar pendekat, lebar lajur belok kiri langsung, lebar bahu dan median (jika ada), lebar masuk dan keluar pendekat.

c. Pengambilan Data Arus Lalulintas

c.1. Semua petugas pencacahan sudah siap di lokasi 15 menit sebelumnya untuk koordinasi sebelum pelaksanaan.

c.2. Pelaksanaan dilakukan setelah masing-masing penunjuk waktu (arloji) diseragamkan.

c.3. Setelah petugas menempati posisi yang telah ditentukan, maka kooordinator pelaksana memberi aba-aba untuk dimulainya proses pencacahan.

c.4. Data arus yang dicatat adalah semua jenis kendaraan yang belok kiri, belok kanan dan lurus pada masing-masing pendekat dengan interval waktu selama 15 (limabelas) menit.

c.5. Volume lalulintas diperoleh dalam satuan kendaraan.

c.6. Kebutuhan pengamat sebanyak 12 (duabelas) orang dengan rincian tiap pendekat terdapat 3 (tiga) pengamat.

c.7. Kondisi cuaca saat pengamatan dicatat.

d. Pengamatan Lingkungan

d.1. Menetapkan simpang tersebut secara visual sebagai daerah dengan akses terbatas, lahan komersial atau lahan pemukiman.

d.2. Ukuran kota diperoleh dengan cara mengestimasi jumlah penduduk berdasarkan data jumlah penduduk pada tahun-tahun sebelumnya.

d.3. Pengamatan hambatan samping dilakukan dengan mengambil gambar atau foto kondisi simpang pada sisi-sisi pendekat. Hal ini dilakukan karena secara visual simpang Pingit menunjukkan tingkat hambatan samping rendah dan pada MKJI 1997 simpang bersinyal dianjurkan untuk menentukan kriterianya saja tanpa diadakan perhitungan.

e. Penentuan Fase Sinyal dan Waktu Siklus

Tahapan ini dilakukan dengan mencatat lamanya waktu menyala tiap fase dengan alat pencatat waktu. Waktu siklus lapangan diperoleh dengan mencatat lamanya waktu suatu fase dari saat menyala, berhenti, hingga menyala kembali. Waktu hilang diperoleh dengan menjumlahkan fase merah semua dengan fase kuning.

4. Pengambilan Data Panjang Antrian Lapangan

Pengambilan data panjang antrian di lapangan dilakukan dengan memperhitungkan jumlah kendaraan yang antri tersisa dari fase hijau sebelumnya

PERPUSTAKAAN

(NQ_1) dan jumlah kendaraan yang antri berikutnya saat lampu merah menyala (NQ_2). Kegiatan yang dilakukan untuk maksud ini antara lain :

a. Pendekat yang diamati adalah Jalan Tentara Pelajar (kode pendekat Selatan).

b. Saat lampu merah menyala, pengamat mengamati kendaraan yang antri hingga lampu hijau menyala kembali.

c. Dengan bergantinya lampu merah ke hijau, kendaraan mulai bergerak maju. Setelah lampu merah kembali, pengamat menandai letak kendaraan terakhir yang tersisa. Pengamat lainnya mencacah jumlah kendaraan tersisa ini berdasarkan klasifikasinya. Pada tahap analisa dilakukan perkalian dengan faktor emp masing hingga diperoleh nilai NQ_1 dalam satuan smp.

d. Di belakang kendaraan tersisa terdapat kendaraan yang datang dan ikut mengantri. Pengamat menandai letak kendaraan yang antri terakhir dan mencacah kendaraan seperti pada langkah c sehingga diperoleh NQ_2 dalam satuan smp.

e. Pengamatan dan pencacahan dilakukan selama 1 (satu) jam pada periode jam sibuk pagi dan siang hari selama 3 (tiga) hari, sehingga diperoleh 6 (enam) data pengamatan. Panjang antrian yang diperoleh adalah panjang antrian rata-rata.

f. Pencacahan panjang antrian dicatat pada formulir dengan interval 15 (lima belas) menit.

5. Perhitungan Panjang Antrian Metoda MKJI 1997

Perhitungan dilakukan pada formulir SIG-I sampai dengan SIG-V yang selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3 sampai dengan lampiran 22.

6. Membandingkan Hasil Lapangan Dengan Hasil MKJI 1997

Perbandingan dilakukan untuk memperoleh panjang antrian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Jika hasil perbandingan tidak atau belum mendekati maka dilakukan perhitungan ulang secara coba-coba dengan perubahan pada nilai konstanta arus jenuh dasar (k) yang menyatakan nilai S_o yang sesuai dengan kondisi simpang Pingit.

7. Analisa Statistik

Pendekatan statistik yang digunakan adalah metoda chi kuadrat, metoda regresi linear dan metoda korelasi linear. Akan dicari suatu persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara panjang antrian lapangan dengan hasil perhitungan MKJI 1997 (k = 600) dan hasil penelitian sebelumnya (k = 775).

4.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan di lapangan sebagai berikut :

1. Formulir survai, untuk pencacahan volume lalulintas dan panjang antrian.
2. Alat tulis, alat gambar dan sejenisnya.
3. Alat pengukur panjang (meteran), digunakan untuk mengukur data geometrik persimpangan.
4. Pengamat sebanyak 12 orang dengan cadangan 2 orang.

5. Jam tangan, digunakan untuk mengetahui awal dan akhir waktu pencatatan atau pencacahan, serta "stop watch" digunakan untuk mencatat waktu siklus lampu lalulintas pada setiap fase dengan ketelitian tinggi.

4.3 Hambatan Selama Penelitian

Beberapa permasalahan yang terjadi selama penelitian antara lain proses pembuatan proposal penelitian yang cukup memakan waktu, proses pengambilan data primer di lapangan, tahapan analisis dengan cara coba-coba untuk mencari konstanta arus jenuh dasar hingga penyusunan laporan akhir.

Permasalahan yang muncul selama pengambilan data primer adalah sebagai berikut:

1. Hari Senin pagi ada dua pengamat yang tidak datang, sehingga dua pengamat mendapat tugas untuk mencacah dua gerakan sekaligus (hal ini dapat dilakukan karena terdapat pengaturan fase sinyal terpisah). Pada hari Rabu siang terdapat pengamat baru yang mengakibatkan perlunya pemberian ulang penjelasan survei. Hal ini dapat berpengaruh terhadap perolehan data arus lalulintas.
2. Pada hari Rabu siang pendekat Utara, terjadi tabrakan dari arah samping antara sepeda motor yang akan bergerak lurus dengan sepeda motor yang berbelok ke kiri. Hal ini tidak mengganggu arus lalulintas namun terjadi perlambatan kecepatan dari arus kendaraan di belakangnya.
3. Pada hari Sabtu siang ada kendaraan berat (bus pariwisata) dari arah Utara yang parkir pada pendekat Selatan, meskipun ada marka larangan parkir. Hal ini mengakibatkan arus lurus dari arah Utara dan arus belok kiri dari arah

Timur terhambat, yang berakibat sejumlah fase hilang sehingga pengamatan pada saat itu dihilangkan. Hal ini dapat diatasi dengan bantuan petugas lalulintas.

4. Adanya angkutan umum dari arah Barat yang berbelok ke kiri menutupi dan menghambat arus lurus dari arah Selatan, sehingga terjadi hentian di tengah simpang dan mengakibatkan tundaan arus pada pendekat Selatan. Hal ini disebabkan karena jari-jari tikungan dan lebar lajur belok kiri yang sempit.
5. Pada hari pertama penentuan panjang antrian lapangan (pendekat Selatan), terjadi kerancuan penetapan nilai NQ_1 dan NQ_2 yang mengakibatkan satu fase pencacahan tidak tercatat. Berdasarkan nilai-nilai pada fase sesudahnya, nilai yang hilang tersebut diambil secara perkiraan.
6. Pada penentuan panjang antrian lapangan (pendekat Selatan) terjadi antrian kendaraan yang sangat panjang sehingga sulit dalam mengidentifikasi jenis kendaraan yang paling belakang. Untuk itu ditetapkan suatu jenis kendaraan tertentu yang dianggap dapat mewakili batas ujung antrian pada saat itu.
7. Secara visual simpang Pingit memiliki tingkat hambatan samping rendah. Pada MKJI 1997 simpang bersinyal hanya dianjurkan untuk menetapkan secara visual tanpa ada angka-angka yang pasti. Hal ini dapat menimbulkan kesulitan dalam analisa penentuan faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}).
8. Pengukuran geometrik simpang yang diukur pada tanggal 17 Juni 1998 harus diulang pada tanggal 19 Juni 1998 karena terjadi kesalahan pembacaan pada alat ukur (meteran).

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

5.1 Data Geometrik Simpang

Tabel 5.1 Kondisi geometrik simpang

Keterangan	Nama Jalan			
	Magelang	Diponegoro	T. Pelajar	Kyai Mojo
Kode pendekat	U	T	S	B
Tipe pendekat	2/2 UD	4/2 UD	2/2 UD	4/2 D
Panjang jalan (km)	0,50	0,68	0,58	0,55
Lebar pendekat W_A (m)	8,60	8,0	5,60	7,15
Lebar masuk W_{ENTRY} (m)	8,60	8,0	5,60	7,15
Lebar keluar W_{EXIT} (m)	5,60	8,20	6,50	7,70
Lebar efektif W_E (m)	4,30	4,0	5,60	3,40
Lebar belok kiri langsung W_{LTOR} (m)	4,30	4,0	0	3,75
Lebar trotoar (m)	2,0	2,0-3,0	1,50	1,50
Jarak berangkat L_{EV} (m)	28,90	25,60	24,50	28,80
Jarak datang L_{EV} (m)	21,50	18	24,50	22,35

(Sumber: Survei lapangan, 16 Juni 1998)

Berdasarkan tabel di atas dapat digambarkan kondisi geometriknya pada lampiran 1.

5.2 Data Demografi

Tabel 5.2 Kepadatan penduduk per km^2 di wilayah Kotamadya Yogyakarta keadaan akhir tahun 1996

Tahun	Luas (km^2)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km^2)
1993	32,50	459.417	14.138
1994	32,50	464.946	14.306
1995	32,50	469.193	14.438
1996	32.50	474.461	14.599

(Sumber: Biro Statistik DIY, 1996)

Berdasarkan tabel di atas dapat dilakukan perhitungan untuk mengestimasi jumlah penduduk pada tahun-tahun mendatang sebagai berikut:

Tabel 5.3 Perhitungan estimasi jumlah penduduk Kotamadya Yogyakarta

Tahun	Tahun ke (X)	Jumlah penduduk (Y)	X^2	X.Y
1993	1	459417	1	459417
1994	2	464946	4	929892
1995	3	469193	9	1407579
1996	4	474461	16	1897844
Jumlah	10	1868017	30	4694732

Persamaan regresi yang terbentuk adalah Y = 454659 + 4938.X dengan jumlah penduduk tahun 1998 (X = 6) diperkirakan sebesar 484.287 jiwa.

5.3 Data Fase Simpang

Tabel 5.4 Pengaturan fase simpang

Keterangan	Nama Jalan			
	Magelang	Diponegoro	T. Pelajar	Kyai Mojo
Waktu hijau (detik)	28,72	30,07	26,38	19,47
Waktu kuning (detik)	3,02	2,60	3,50	3,18
Waktu merah (detik)	95,25	94,22	98,08	106,47
Waktu siklus (detik)	128,13	128,27	128,50	128,27

(Sumber: Survei lapangan, 16 Juni 1998)

Besarnya waktu siklus maksimum adalah 128,50 detik, sehingga waktu merah semua (ART) dapat dihitung sebagai berikut:

ART = waktu siklus total - Σ(hijau + kuning) semua pendekat

= 128,50 – {(28,72 + 30,07 + 26,38 + 19,47) + (3,02 + 2,60 + 3,50 + 3,18)}

= 11,56 detik

= 12 detik (pembulatan)

Waktu merah semua ini dibagikan merata pada semua pendekat sehingga masing-masing pendekat memperoleh nilai ART sebesar 3 detik. Selama waktu

tersebut dapat digunakan untuk membersihkan daerah simpang dari iringan kendaraan paling belakang, sehingga menghindari konflik dengan arus kendaraan dari fase berikutnya.

5.4 Data Volume Lalulintas

Volume lalulintas simpang untuk pengamatan periode pagi dan siang hari dapat dilihat pada tabel 5.5 dan 5.6 di bawah ini :

Tabel 5.5 Volume lalulintas simpang periode pagi hari (kendaraan)

Hari / Tanggal	Kode Pendekat	Arah Gerakan	Waktu Pengamatan per 15 menit			
			06.45-07.00	07.00-07.15	07.15-07.30	07.30-07.45
Senin, 15-6-1998	U	LT/LTOR	222	216	168	207
		RT	174	225	219	238
		ST	332	268	209	249
	T	LT/LTOR	219	183	181	141
		RT	100	137	110	114
		ST	181	290	253	292
	S	LT/LTOR	22	33	21	15
		RT	300	308	420	481
		ST	231	258	269	311
	B	LT/LTOR	369	506	420	425
		RT	179	171	145	181
		ST	338	237	211	309
Rabu, 17-6-1998	U	LT/LTOR	169	184	183	182
		RT	139	195	205	225
		ST	237	230	227	262
	T	LT/LTOR	165	183	159	165
		RT	78	110	98	109
		ST	173	272	245	270
	S	LT/LTOR	40	32	29	31
		RT	352	368	485	546
		ST	268	282	264	307
	B	LT/LTOR	342	467	445	488
		RT	170	120	181	149
		ST	381	357	461	527
Sabtu, 20-6-1998	U	LT/LTOR	119	153	198	158
		RT	104	166	191	212
		ST	142	192	245	276
	T	LT/LTOR	112	184	138	190
		RT	55	88	87	104
		ST	165	254	237	248
	S	LT/LTOR	38	34	33	38
		RT	248	248	360	416
		ST	194	234	274	314
	B	LT/LTOR	175	244	319	318
		RT	107	130	136	178
		ST	272	327	362	327

(Sumber: Survei data lapangan)

Tabel 5.6 Volume lalulintas simpang periode siang hari (kendaraan)

Hari / Tanggal	Kode Pendekat	Arah Gerakan	Waktu Pengamatan per 15 menit			
			13.00-13.15	13.15-13.30	13.30-13.45	13.45-14.00
Senin, 15-6-1998	U	LT/LTOR	137	169	163	147
		RT	198	228	227	213
		ST	110	155	163	155
	T	LT/LTOR	139	187	191	211
		RT	92	88	89	111
		ST	233	295	308	341
	S	LT/LTOR	19	24	15	20
		RT	176	177	187	194
		ST	228	198	232	239
	B	LT/LTOR	281	294	335	274
		RT	94	73	50	59
		ST	230	215	210	197
Rabu, 17-6-1998	U	LT/LTOR	165	182	169	154
		RT	231	257	228	195
		ST	184	203	192	189
	T	LT/LTOR	165	193	167	185
		RT	102	91	99	183
		ST	294	307	304	321
	S	LT/LTOR	21	23	13	22
		RT	200	201	213	220
		ST	225	196	229	236
	B	LT/LTOR	322	337	385	314
		RT	77	60	41	48
		ST	391	367	357	337
Sabtu, 20-6-1998	U	LT/LTOR	194	196	176	162
		RT	265	286	23	178
		ST	258	219	221	224
	T	LT/LTOR	192	200	143	159
		RT	113	94	110	255
		ST	356	320	309	301
	S	LT/LTOR	26	28	16	26
		RT	152	153	162	166
		ST	230	200	234	240
	B	LT/LTOR	210	220	251	205
		RT	93	72	49	58
		ST	243	228	222	209

(Sumber: Survei data lapangan)

5.5 Pengamatan Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF}) sangat ditentukan oleh tipe lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor. Pengamatan dilakukan dengan cara visual pada pendekat Selatan. Pada penelitian ini disimpulkan tipe lingkungan jalan adalah komersial dan tingkat hambatan samping adalah rendah.

5.6 Perhitungan Panjang Antrian MKJI 1997

Prosedur perhitungan panjang antrian menurut MKJI 1997 meliputi analisis pada periode pagi hari dan siang hari. Di bawah ini diberikan contoh perhitungan periode pagi hari untuk pendekat Selatan.

A. Formulir SIG-I

Hari/tanggal	: Senin, 15 Juni 1998
Kota	: DI Yogyakarta
Ukuran kota	: 484.287 jiwa (hasil estimasi)
Nama jalan	: Tentara Pelajar
Kode pendekat	: Selatan (S)
Tipe lingkungan jalan	: Komersial (COM)
Hambatan samping	: Rendah
Median	: Tidak
Belok kiri langsung	: Ya (LTOR)

Pengaturan fase dan kondisi geometrik dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2 .

B. Formulir SIG-II

a. Komposisi lalulintas meliputi:

Q_{LV} = 435 smp

Q_{HV} = 0

Q_{MC} = 441 smp

Q_{MV} = 876 smp

Q_{UM} = 104 smp

b. Rasio kendaraan berbelok

dari rumus 3.1 untuk Q_{LT} = 37 smp dan Q_{MV} = 876 smp diperoleh nilai p_{LT} = 0,04 .

dari rumus 3.2 untuk Q_{RT} = 465 smp dan Q_{MV} = 876 smp diperoleh nilai p_{RT} = 0,53 .

c. Rasio kendaraan tak bermotor

dari rumus 3.3 untuk Q_{UM} = 104 smp dan Q_{MV} = 876 smp diperoleh nilai p_{UM} = 0,08 .

C. Formulir SIG-III

a. Menentukan waktu merah semua

dari rumus 3.4 atau gambar 3.2 untuk l_{EV} = 24,50 m, V_{EV} = 10 m/det, L_{AV} = 24,50 m dan V_{AV} = 10 m/det, diperoleh nilai ART = 0,50 detik (dibulatkan ke atas sebesar 1 detik).

b. Menentukan waktu hilang

dari rumus 3.5 diperoleh nilai LTI = 19 detik.

D. Formulir SIG-IV

a. Arus belok kanan

dari distribusi arus lalulintas diperoleh nilai Q_{RT} = 465 smp/jam dan Q_{RTO} = 0.

b. Menentukan arus jenuh

1. Arus jenuh dasar

dari rumus 3.9 atau gambar 3.5 untuk W_e = 5,60 m, diperoleh nilai S_O = 3360 smp/jam-hijau.

2. Faktor penyesuaian kota

   dari tabel 3.4 untuk jumlah penduduk sebesar 0,48 juta diperoleh nilai $F_{CS} = 0,83$.

3. Faktor penyesuaian hambatan samping

   dari tabel 3.5 untuk lingkungan komersial, hambatan samping tipe rendah, fase tipe terlindung dan $p_{UM} = 0,08$ diperoleh nilai $F_{SF} = 0,912$ (interpolasi).

4. Faktor penyesuaian kelandaian

   untuk kelandaian jalan 0 % diperoleh nilai $F_G = 1,0$.

5. Faktor penyesuaian parkir

   dari rumus 3.10 untuk $W_A = 5,60$ m diperoleh nilai $F_P = 1,0$.

6. Faktor penyesuaian belok kanan

   dari rumus 3.11 untuk $p_{RT} = 0,53$ diperoleh nilai $F_{RT} = 1,14$.

7. Faktor penyesuaian belok kiri

   dari rumus 3.12 untuk $p_{LT} = 0,04$ diperoleh nilai $F_{LT} = 0,99$.

8. Arus jenuh yang disesuaikan

   dari rumus 3.13 diperoleh nilai S = 2893 smp/jam-hijau.

c. Menentukan arus jenuh

   1. Arus lalulintas

      karena $W_{LTOR} = 0$, maka nilai $Q = Q_{total} = 980$ smp/jam.

   2. Rasio arus

      dari rumus 3.14 untuk Q = 980 smp/jam dan S = 2893 smp/jam diperoleh nilai FR = 0,34 .

3. Rasio arus simpang

dari rumus 3.15 dan kolom 19 diperoleh nilai IFR = 0,82 .

4. Rasio fase

dari rumus 3.16 untuk IFR = 0,82 diperoleh nilai PR = 0,41 .

d. Menentukan waktu siklus dan waktu hijau

1. Waktu siklus sebelum penyesuaian

dari rumus 3.17 untuk LTI = 19 detik dan IFR = 0,82 diperoleh nilai c_{ua} = 186,11 detik.

2. Waktu hijau

dari rumus 3.18 untuk LTI = 19 detik, PR = 0,41 dan c_{ua} = 186,11 detik diperoleh nilai g = 69 detik.

3. Waktu siklus yang disesuaikan

dari rumus 3.19 untuk LTI = 19 detik diperoleh nilai c = 130 detik. (maksimum)

E. Formulir SIG-V

a. Menetapkan kapasitas dan derajat kejenuhan

1. Kapasitas

dari rumus 3.20 untuk S = 2893 smp/jam-hijau, g = 69 detik dan c = 130 detik diperoleh nilai C = 1535 smp/jam.

2. Derajat kejenuhan

dari rumus 3.21 untuk S = 2893 smp/jam-hijau dan C = 1535 smp/jam diperoleh nilai DS = 0,64 .

b. Menentukan panjang antrian

1. Rasio hijau

dari rumus 3.24 untuk g = 69 detik dan c = 130 detik diperoleh nilai GR = 0,53 .

2. Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

dari rumus 3.22 untuk DS = 0,64 > 0,50 dan C = 1535 smp/jam diperoleh nilai NQ_1 = 0,38 smp .

3. Jumlah smp yang antri selama fase merah

dari rumus 3.23 untuk DS = 0,64 , Q = 980 smp/jam dan GR = 0,53 diperoleh nilai NQ_2 = 25,11 smp.

4. Jumlah antrian total

dari rumus 3.25 untuk NQ_1 = 0,38 smp dan NQ_2 = 25,11 smp diperoleh nilai NQ = 25,49 smp.

Hasil perhitungan selengkapnya untuk masing-masing pendekat dapat dilihat pada lampiran 3 sampai dengan lampiran 22.

Ringkasan hasil perhitungan panjang antrian metoda MKJI 1997 ditunjukkan pada tabel 5.7 di bawah ini:

Tabel 5.7 Panjang antrian MKJI 1997 rata-rata per hari

Pengamatan		Panjang antrian MKJI 1997 (smp)
No.	Periode	
1	Senin pagi	25,49
2	Senin siang	17,74
3	Rabu pagi	36,64
4	Rabu siang	19,83
5	Sabtu pagi	26,41
6	Sabtu siang	16,44

(Sumber: Analisis data pada lampiran 2-21)

5.7 Data Panjang Antrian Lapangan

Tabel 5.8 Panjang antrian lapangan dalam smp

Waktu Pengamatan	Senin			Rabu			Sabtu		
	NQ1	NQ2	NQ	NQ1	NQ2	NQ	NQ1	NQ2	NQ
06.45-07.00	2,9	44,93	47,83	4,4	33,66	31,72	0,7	33,55	38,06
07.00-07.15	1,5	25,89	27,39	1,3	32,94	28,53	0	24,04	26,71
07.15-07.30	0	21,06	21,06	0,5	35,07	29,64	0	22,98	25,53
07.30-07.45	0	29,29	29,29	0	32,59	27,16	0	24,87	27,63
13.00-13.15	2,6	25,90	35,62	2	26,50	35,62	5	34,90	39,90
13.15-13.30	1,2	22,54	29,67	1,7	20,99	28,36	2,7	24,80	34,38
13.30-13.45	2,2	19,58	27,22	0,5	23,80	30,38	2,2	24,42	33,27
13.45-14.00	0	27,56	34,45	0,5	24,52	31,27	1,7	24,64	32,93

(Sumber: Analisis data pada lampiran 22-24)

Tabel 5.9 Panjang antrian rata-rata per hari dalam smp

Pengamatan		Panjang antrian (smp)	
No.	Periode	MKJI 1997	Lapangan
1	Senin pagi	25,49	31,39
2	Senin siang	17,74	25,39
3	Rabu pagi	36,64	35,11
4	Rabu siang	19,83	25,13
5	Sabtu pagi	26,41	26,53
6	Sabtu siang	16,44	28,10
	Rata-rata	**23,76**	**28,61**

(Sumber: Analisis data)

5.8 Uji Statistik Kebaikan Hubungan Data

Berdasarkan tabel-tabel di atas dilakukan uji kebaikan data sesuai data yang tersedia dengan menggunakan tabel pada lampiran 29. (C.K. Bhattacharyya dan R.A. Johnson, 1977)

Pada tabel 5.10 dapat dilihat bahwa Ho kita terima pada nilai α = 5% dan 0,5 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang antrian metoda MKJI 1997 dan panjang antrian lapangan tidak memiliki perbedaan yang berarti. Pada umumnya perhitungan menunjukkan hubungan data yang baik, namun demikian masih diperlukan analisis lebih lanjut untuk memperoleh suatu konstanta arus jenuh dasar yang mendekati kondisi lapangan.

Tabel 5.10 Hasil uji kebaikan data panjang antrian lapangan dan MKJI 1997

Pengamatan		Panjang antrian (smp)		|Oi-Ei|	|Oi-Ei|^2	|Oi-Ei|^2/Ei
No.	Periode	MKJI 1997 (Oi)	Lapangan (Ei)			
1	Senin pagi	25,49	31,39	5,9	34,81	1,11
2	Senin siang	17,74	25,39	7,65	58,52	2,30
3	Rabu pagi	36,64	35,11	1,53	2,34	0,07
4	Rabu siang	19,83	25,13	5,3	28,09	1,12
5	Sabtu pagi	26,41	26,53	0,12	0,01	0
6	Sabtu siang	16,44	28,10	11,66	135,96	4,84
					Jumlah	9,44

Keterangan:
Pada tingkat signifikasi 5% dan df = 5 diperoleh nilai $X^2 = 11.0705 > 9,44$.
Pada tingkat signifikasi 0,5% dan df = 5 diperoleh nilai $X^2 = 16.7496 > 9,44$.
Berarti hubungan data antara hasil MKJI 1997 dengan kenyataan lapangan adalah **baik**.

5.9 Penentuan Konstanta Arus Jenuh Dasar

Persamaan pada MKJI 1997 yang semula sebesar $S_o = 600 \times W_{efektif}$ akan diubah menjadi $S_o = k \times W_{efektif}$, dengan **k** adalah konstanta arus jenuh dasar yang diperoleh dengan cara mencoba-coba. Nilai faktor penyesuaian diambil sebesar 0,84 yang merupakan nilai rata-rata dari seluruh nilai faktor penyesuaian pada saat pengamatan.

Hasil percobaan penentuan konstanta arus jenuh dasar dapat dilihat pada tabel 5.11 di bawah ini:

Tabel 5.11 Hasil percobaan nilai konstanta (k) arus jenuh dasar

Konstanta k	$W_{efektif}$ m	MKJI 1997					Panjang antrian lapangan NQ smp
		S_o smp/j	S smp/j	C smp/j	DS	NQ smp	
425	5,6	2380	1999	624	1,23	96,14	28,61
450	5,6	2520	2116	661	1,17	77,80	28,61
475	5,6	2660	2234	697	1,10	60,27	28,61
500	5,6	2800	2352	734	1,05	44,16	28,61
525	5,6	2940	2470	771	0,99	31,64	28,61
530	5,6	2968	2493	778	0,99	29,81	28,61
532	5,6	2979	2102	781	0,99	29,14	28,61
534	5,6	2990	2512	784	0,98	**28,51**	**28,61**
535	5,6	2996	2517	786	0,98	28,21	28,61
536	5,6	3002	2522	787	0,98	27,92	28,61
550	5,6	3080	2587	807	0,95	24,69	28,61
575	5,6	3220	2705	844	0,91	21,49	28,61
600	5,6	3360	2822	881	0,87	**19,82**	**28,61**
625	5,6	3500	2940	918	0,84	18,80	28,61
650	5,6	3640	3058	954	0,81	18,08	28,61
675	5,6	3780	3175	991	0,78	17,55	28,61
700	56	3920	3293	1028	0,75	17,12	28,61
725	56	4060	3410	1064	0,72	16,77	28,61
750	56	4200	3528	1101	0,70	16,47	28,61
775	56	4340	3646	1138	0,68	**16,21**	**28,61**

(Sumber: Analisis data)

Berdasarkan tabel di atas dapat diperkirakan nilai konstanta arus jenuh dasar yang sesuai dengan kondisi lapangan adalah **k = 534**. Tampak pula seandainya nilai k < 600, panjang antrian metoda MKJI 1997 yang terjadi akan lebih besar dari panjang antrian rata-rata lapangan dan sebaliknya jika k > 600 panjang antriannya akan lebih kecil.

Langkah selanjutnya adalah menghitung panjang antrian menurut konstanta arus jenuh dasar yang telah diperoleh (k = 534) dan hasil penelitian sebelumnya (nilai k = 775) serta mengujinya dengan uji kebaikan data pada tabel 5.12 hingga tabel 5.14 .

Tabel 5.12 Panjang antrian dengan k = 534 dan k = 775 dalam smp

Pengamatan		Panjang antrian k = 534 (smp)	Panjang antrian k = 775 (smp)
No.	Hari		
1	Senin pagi	39,59	22,47
2	Senin siang	22,84	11,25
3	Rabu pagi	38,44	26,70
4	Rabu siang	26,45	12,06
5	Sabtu pagi	24,92	19,39
6	Sabtu siang	21,97	11,43
Rata-rata		**29,04**	**17,22**

(Sumber: Analisis data pada lampiran 25-26)

Tabel 5.13 Hasil uji kebaikan data panjang antrian MKJI 1997 dan k = 534

Pengamatan		Panjang Antrian (smp)		|Oi-Ei|	$\|Oi-Ei\|^2$	$\|Oi-Ei\|^2/Ei$
No.	Periode	MKJI 1997 (Oi)	k = 534 (Ei)			
1	Senin pagi	25,49	39,59	14,1	198,81	5,02
2	Senin siang	17,74	22,84	5,1	26,01	1,14
3	Rabu pagi	36,64	38,44	1,8	3,24	0,08
4	Rabu siang	19,83	26,45	6,62	43,82	1,66
5	Sabtu pagi	26,41	24,92	1,49	2,22	0,09
6	Sabtu siang	16,44	21,97	5,53	30,58	1,39
					Jumlah	9,38

Keterangan:
Pada tingkat signifikasi 5% dan df = 5 diperoleh nilai X^2 = 11,0705 > 9,38 .
Pada tingkat signifikasi 0,5% dan df = 5 diperoleh nilai X^2 = 16,7496 > 9,38 .
Berarti hubungan data antara hasil MKJI 1997 dengan hasil penelitian adalah **baik**.

Tabel 5.14 Hasil uji kebaikan data panjang antrian MKJI 1997 dan k = 775

Pengamatan		Panjang Antrian (smp)		|Oi-Ei|	$\|Oi-Ei\|^2$	$\|Oi-Ei\|^2/Ei$
No.	Periode	MKJI 1997 (Oi)	k = 775 (Ei)			
1	Senin pagi	25,49	22,47	3,02	9,12	0,41
2	Senin siang	17,74	11,25	6,49	42,12	3,74
3	Rabu pagi	36,64	26,70	9,94	98,8	3,70
4	Rabu siang	19,83	12,06	7,77	60,37	5,01
5	Sabtu pagi	26,41	19,39	7,02	49,28	2,54
6	Sabtu siang	16,44	11,43	5,01	25,1	2,19
					Jumlah	17,59

Keterangan:
Pada tingkat signifikasi 5% dan df = 5 diperoleh nilai X^2 = 11,0705 < 17,59 .
Pada tingkat signifikasi 0,5% dan df = 5 diperoleh nilai X^2 = 16,7496 < 17,59 .
Berarti hubungan data antara hasil MKJI 1997 dengan hasil penelitian **tidak baik**.

Pada nilai α = 5% dan 0,5% panjang antrian MKJI 1997 terhadap panjang antrian lapangan tidak terdapat perbedaan yang signifikan, sedangkan terhadap panjang antrian dengan k = 775 terdapat perbedaan yang signifikan.

5.10 Regresi Panjang Antrian

Pada perhitungan regresi panjang antrian diambil jumlah data sebanyak 6 (enam) data berdasarkan periode satu jam. Perhitungan konstanta regresi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.15 hingga tabel 5.17 di bawah ini:

Tabel 5.15 Regresi panjang antrian lapangan dan MKJI 1997

Pengamatan		Panjang antrian MKJI 1997 (X)	Panjang antrian Lapangan (Y)	X^2	X.Y
No.	Periode				
1	Senin pagi	25,49	31,39	649,74	800,13
2	Senin siang	17,74	25,39	314,71	450,42
3	Rabu pagi	36,64	35,11	1342,49	1286,43
4	Rabu siang	19,83	25,13	393,23	498,33
5	Sabtu pagi	26,41	26,53	697,49	700,66
6	Sabtu siang	16,44	28,10	270,27	461,96
Σ		142,55	171,65	3667,93	4197,93

(Sumber: Analisis data)

Berdasarkan rumus 5.2 dan 5.3 diperoleh koefisien regresi yaitu: a = 18,48 dan b = 0,43 . Persamaan yang terbentuk adalah: Y = 18,48 + 0,43.X .

Tabel 5.16 Regresi panjang antrian lapangan dan k = 534

Pengamatan		Panjang antrian k =534 (X)	Panjang antrian Lapangan (Y)	X^2	X.Y
No.	Periode				
1	Senin pagi	39,59	31,39	1567,37	1242,73
2	Senin siang	22,84	25,39	521,66	579,91
3	Rabu pagi	38,44	35,11	3015,11	1927,89
4	Rabu siang	26,45	25,13	699,60	664,69
5	Sabtu pagi	24,92	26,53	621,01	661,13
6	Sabtu siang	21,97	28,10	482,68	617,36
Σ		174,21	171,65	6907,43	5693,71

(Sumber: Analisis data)

Persamaan yang terbentuk adalah: Y = 16,35 + 0,42.X .

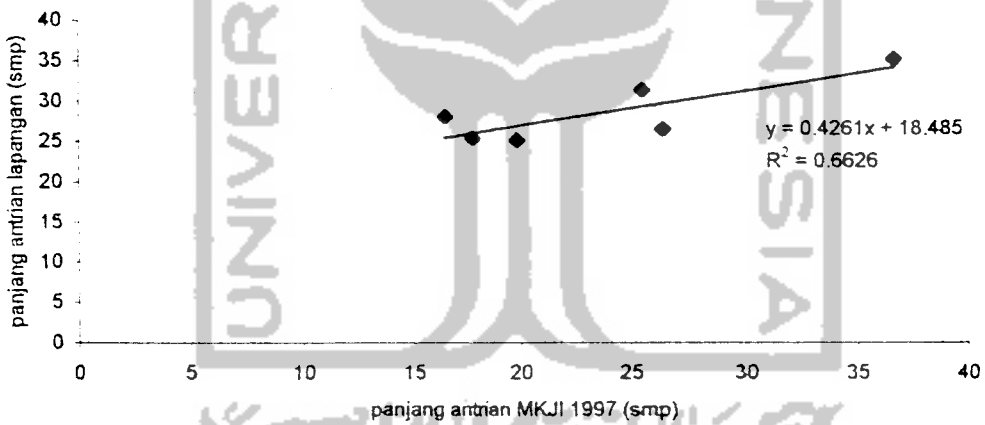
Tabel 5.17 Regresi panjang antrian lapangan dan k = 775

Pengamatan		Panjang antrian k =775 (X)	Panjang antrian Lapangan (Y)	X^2	X.Y
No.	Periode				
1	Senin pagi	22,47	31,39	504,90	705,33
2	Senin siang	11,25	25,39	126,56	285,76
3	Rabu pagi	26,70	35,11	712,89	937,44
4	Rabu siang	12,06	25,13	145,44	303,07
5	Sabtu pagi	19,39	26,53	375,97	514,42
6	Sabtu siang	11,43	28,10	130,64	321,18
Σ		103,30	171,65	1996,40	3067,20

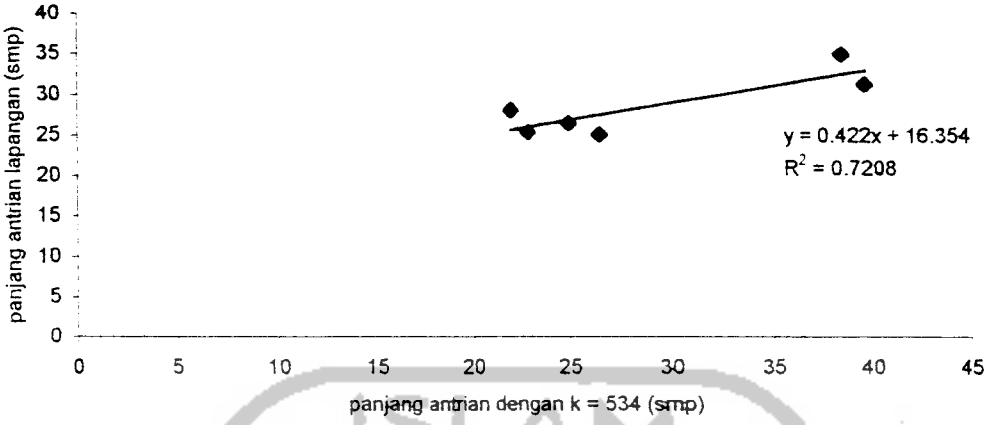
(Sumber: Analisis data)

Persamaan yang terbentuk adalah: Y = 19,77 + 0,51.X .

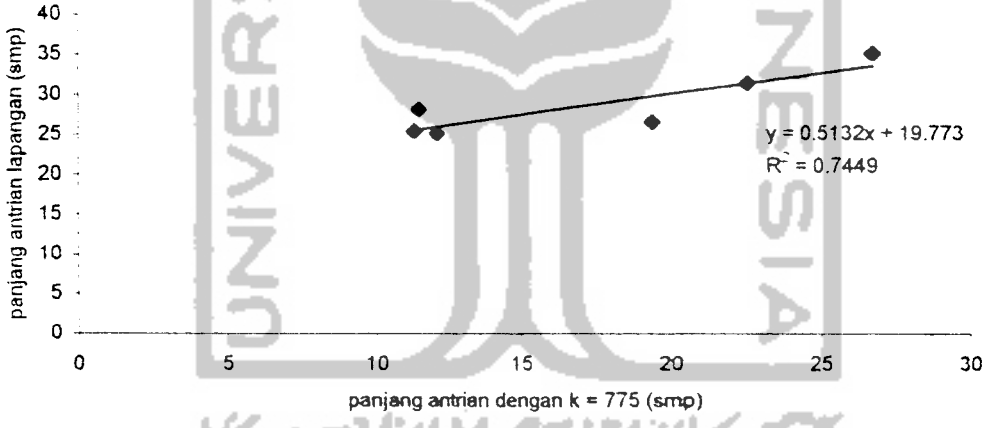
Berdasarkan persamaan-persamaan yang terbentuk, perkiraaan terbaik suatu garis regresi dapat dilihat pada gambar 5.2 sampai dengan 5.4 di bawah ini:



Gambar 5.2 Regresi panjang antrian lapangan dan MKJI 1997
(Sumber: Analisis data)



Gambar 5.3 Regresi panjang antrian lapangan dan k = 534
(Sumber: Analisis data)



Gambar 5.4 Regresi panjang antrian lapangan dan k = 775
(Sumber: Analisis data)

Penjelasan dari gambar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pada persamaan Y = 18,48 + 0,43.X diperoleh nilai R^2 = 0,6626 atau R = 0,814 yang mendekati nilai satu. Hal ini menandakan titik-titik data hubungan panjang antrian metoda MKJI 1997 dan panjang antrian lapangan mempunyai korelasi baik dengan tingkat kepercayaan sebesar 66,26 %.
2. Pada persamaan Y = 16,35 + 0,42.X diperoleh nilai R^2 = 0,7208 atau R = 0,849 yang mendekati nilai satu. Hal ini menandakan titik-titik data hubungan panjang antrian untuk k = 534 dan panjang antrian lapangan mempunyai korelasi baik dengan tingkat kepercayaan sebesar 72,08 % .
3. Pada persamaan Y = 19,77 + 0,51.X diperoleh nilai R^2 = 0,7449 atau R = 0,863 yang mendekati nilai satu. Hal ini menandakan titik-titik data hubungan panjang antrian untuk k = 775 dan panjang antrian lapangan mempunyai korelasi baik dengan tingkat kepercayaan sebesar 74,49 %.

5.11 Pembahasan

Dari beberapa pengujian di atas dapatlah dikatakan bahwa metoda MKJI 1997 dapat diaplikasikan dalam menganalisa panjang antrian suatu persimpangan bersinyal. Hal ini didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut:

1. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara panjang antrian metoda MKJI 1997 terhadap panjang antrian lapangan dan panjang antrian dengan k = 534.
2. Perbedaan nilai panjang antrian rata-rata lapangan sebesar 23,76 smp dan panjang antrian MKJI 1997 sebesar 28,61 smp adalah relatif kecil (4,85

smp) dan sangat mungkin diakibatkan oleh hambatan-hambatan selama pengambilan data penelitian.

3. Percobaan untuk mencari nilai k = 534 dan k = 775 masih dirasa kurang efektif. Nilai k ini berlaku saat pengamatan berlangsung dan sangat mungkin berubah bila dilakukan analisa pada periode pengamatan lainnya.
4. Sesuai dengan bagan alir penelitian, jika nilai panjang antrian lapangan sudah mendekati panjang antrian MKJI 1997 maka tidak perlu mengubah nilai k, artinya konstanta yang digunakan adalah tetap sebesar k = 600.
5. Panjang antrian lapangan yang diamati hanya pada pendekat Selatan dengan pengamatan diambil selama satu jam periode jam sibuk. Panjang antrian lapangan akan paling mendekati panjang antrian MKJI 1997 bila dilakukan perhitungan pada semua pendekat dengan periode yang lebih panjang.

Persamaan regresi yang diperoleh menunjukkan pada saat panjang antrian metoda MKJI 1997 sebesar nol smp (tidak ada kendaraan yang antri), masih terdapat sejumlah antrian kendaraan di lapangan. Percobaan nilai k juga menghasilkan nilai DS > 0,75 sehingga kapasitas simpang tidak mencukupi. Oleh karena itu perlu dilakukan revisi untuk memperbesar nilai kapasitas, menurunkan nilai derajat kejenuhan dan memperkecil panjang antrian lapangan.

Beberapa alternatif perubahan yang disarankan oleh MKJI 1997 pada sub bab 3.2.4.2 didasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

a. Perubahan fase simpang

Perubahan fase simpang dari empat fase menjadi dua fase tidak dilakukan karena arus belok kanan (Q_{RT}) rata-rata sebesar 377,5 smp > 200 smp/jam, sehingga pengaturan dengan dua fase tidak efektif. Mempertahankan pengaturan empat fase seperti sekarang dengan membolehkan gerakan LTOR pada pendekat Selatan dianggap tidak akan memberikan hasil yang optimal, karena lebar pendekat yang sempit (lebar pendekat Selatan paling kecil dibanding lebar pendekat lainnya), arus Q_{LT} relatif kecil (rata-rata sebesar 4,67 %) dan tidak adanya pemisahan lajur untuk arus Q_{ST} dan Q_{RT}.

b. Pelarangan gerakan belok kanan

Hal ini tidak dilakukan karena arus Q_{RT} yang cukup besar ke arah Timur (rata-rata sebesar 47 % dari arus total).

c. Penambahan lebar pendekat

Hal ini masih dimungkinkan karena pada daerah ini terdapat pekarangan rumah yang cukup luas sepanjang pendekat dan hal ini dapat diatasi dengan penggantian biaya yang layak. Pelebaran dapat dilakukan pada pendekat Selatan ke arah kiri sejauh masih memungkinkan.

Setelah alternatif perubahan dipilih (penambahan lebar pendekat), dilakukan perhitungan ulang dengan menggunakan rumusan pada MKJI 1997. Pendekat Selatan yang semula lebarnya 5,60 m akan diperlebar menjadi 6,60 m dengan penambahan garis pemisah lajur untuk arus Q_{RT} dan Q_{ST} serta mempertahankan larangan gerakan LTOR. Pelebaran ini disesuaikan dengan kondisi lebar keluar pendekat, sehingga masing-masing lajur lebarnya 3,30 m. Akibat pengaturan ini

nilai lebar pendekat pada formulir SIG-I menjadi: W_A = 6,60 m, W_{LTOR} = 0, W_{masuk} = 6,60 m, W_{keluar} = 6,50 m dan W_e = 6,60 m. Kondisi geometrik simpang yang akan direvisi dapat dilihat pada lampiran 28.

Pada formulir SIG-III nilai jarak keberangkatan antara kendaraan yang datang dan yang berangkat menjadi L_{AV} = 24 m dan L_{EV} = 24,50 m, sehingga nilai waktu merah semua pada pendekat Selatan adalah ART = 0,55 detik. Namun demikian waktu hilang total adalah tetap sebesar LTI = 19 detik. Pada formulir SIG-IV dianggap arus yang digunakan dalam perhitungan adalah sama seperti sebelum mengalami pelebaran. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah analisa.

Perhitungan panjang antrian lapangan setelah mengalami pelebaran selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 30-41. Ringkasan hasil perhitungan pada kondisi awal dengan kondisi setelah mengalami pelebaran dapat dilihat pada tabel 5.18 dan 5.19 .

Berdasarkan tabel di atas, penambahan lebar pendekat menyebabkan terjadinya kenaikan nilai panjang antrian dan nilai derajat kejenuhan untuk periode Senin pagi dan Sabtu pagi. Hal ini diakibatkan adanya perhitungan waktu siklus sebelum penyesuaian (c_{ua}) sebesar 186,11 detik dan 167,50 detik yang jauh melampaui waktu siklus yang disarankan untuk simpang empat fase sebesar 130 detik.

Pada tabel tersebut terlihat adanya perubahan nilai variabel pada beberapa pendekat lainnya akibat adanya pelebaran pada pendekat Selatan. Secara umum telah terjadi penurunan nilai derajat kejenuhan, kenaikan nilai kapasitas dan menurunnya nilai panjang antrian.

Tabel 5.18 Perhitungan panjang antrian sebelum terjadi pelebaran

Periode	W_e (m)	S_O (smp/j)	S (smp/j)	Q (smp/j)	g (det)	c (det)	C (smp/j)	DS	NQ_1 (smp)	NQ_2 (smp)	NQ (smp)
Senin pagi	5,60	3360	2893	980	69	130	1535	0,64	0,38	25,11	25,49
Senin siang	5,60	3360	2817	719	29	90	908	0,79	1,38	16,36	17,74
Rabu pagi	5,60	3360	2849	1048	55	129	1215	0,86	2,56	34,08	36,64
Rabu siang	5,60	3360	2849	732	30	96	890	0,82	1,77	18,06	19,83
Sabtu pagi	5,60	3360	2722	899	61	130	1277	0,70	0,69	25,73	26,41
Sabtu siang	5,60	3360	2794	738	29	84	965	0,77	1,12	15,32	16,44

(Sumber: Analisis data pada lampiran 2-21)

Tabel 5.19 Perhitungan panjang antrian sesudah terjadi pelebaran

Periode	W_e (m)	S_O (smp/j)	S (smp/j)	Q (smp/j)	g (det)	c (det)	C (smp/j)	DS	NQ_1 (smp)	NQ_2 (smp)	NQ (smp)
Senin pagi	6,60	3960	3410	980	47	130	1233	0,79	1,42	31,71	33,13
Senin siang	6,60	3960	3320	719	23	82	931	0,77	1,18	15,04	16,22
Rabu pagi	6,60	3960	3357	1048	67	130	1730	0,61	0,27	26,66	26,93
Rabu siang	6,60	3960	3357	732	24	86	937	0,78	1,27	16,12	17,39
Sabtu pagi	6,60	3960	3208	899	43	130	1061	0,85	2,21	30,18	32,40
Sabtu siang	6,60	3960	3293	738	23	76	997	0,74	0,92	14,00	14,92

(Sumber: Analisis data pada lampiran 28-41)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, hasil penelitian panjang antrian pada simpang bersinyal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai panjang antrian dengan konstanta berbeda terhadap panjang antrian lapangan adalah sebagai berikut:

Periode pengamatan	Panjang antrian dengan k berbeda (smp)			Panjang antrian lapangan (smp)
	k = 534	k = 600	k = 775	
Senin pagi	39,59	25,49	22,47	31,39
Senin siang	22,84	17,74	11,25	25,39
Rabu pagi	38,44	36,64	26,70	35,11
Rabu siang	26,45	19,83	12,06	25,13
Sabtu pagi	24,92	26,41	19,34	26,53
Sabtu siang	21,97	16,44	11,43	28,10
Rata-rata	29,04	23,76	17,22	28,61

2. Nilai konstanta arus jenuh dasar yang sesuai dengan kondisi simpang Pingit adalah k = 534. Nilai ini lebih rendah dari konstanta 600 yang digunakan dalam MKJI 1997.
3. Panjang antrian lapangan dan panjang antrian MKJI 1997 memiliki korelasi yang baik dengan tingkat kepercayaan sebesar 66,26 %. Penggunaan konstanta k = 534 dapat memperbesar tingkat kepercayaan menjadi 72,08 %.

4. Perhitungan panjang antrian dengan MKJI 1997 memberikan nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,76 > 0,75. Hal ini menandakan kondisi simpang Pingit saat ini masih cukup mampu melayani arus lalulintas yang ada.
5. Upaya dalam mengantisipasi menurunnya tingkat kualitas simpang dilakukan dengan cara menambah lebar pendekat pada Jl. Tentara Pelajar sebesar 1, 0 m ke arah kiri. Upaya ini cukup berhasil dengan bertambahnya nilai kapasitas, menurunnya nilai derajat kejenuhan (rata-rata 0,61) dan menurunnya angka panjang antrian (rata-rata 23,50 smp).

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapatlah diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam menganalisa panjang antrian pada simpang bersinyal hendaknya menggunakan konstanta yang berlaku dalam MKJI 1997 yaitu k = 600. Hal ini untuk menghindari timbulnya suatu konstanta baru yang mungkin berubah bila dilakukan pada periode pengamatan yang berbeda.
2. Kriteria hambatan samping sebaiknya ditetapkan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, karena akan berpengaruh pada nilai faktor penyesuaian hambatan samping. Koreksi perlu dilakukan terhadap nilai faktor penyesuaian sehingga diperoleh tingkat kepercayaan yang lebih baik.
3. Pengamatan arus lalulintas sebaiknya menggunakan peralatan yang lebih baik dan tidak dilakukan secara manual, sehingga dapat diperoleh kondisi arus yang sesungguhnya dan memudahkan tahapan analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Pebruari 1997, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, Sweroad bekerjasama dengan PT. Bina Karya (Persero).

Anto Dajan, 1983, Pengantar Metode Statistik Jilid 1, LP3ES, Jakarta.

Bambang Kustituanto, 1984, Statistik Analisa Runtut Waktu dan Regresi-Korelasi, BPFE, Yogyakarta.

Bhattacharyya, C. K. And Johnson, R. A., 1977, "Statistical Concept and Methods", John Wiley & Sons Inc.,Canada.

Clarkson, Oglesby dan Gary, Hicks, 1988, Teknik Jalan Raya (edisi 4), Erlangga, Jakarta.

Hobbs, F.D., 1995, Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Salter, R.J., 1980, "Highway Traffic Analysis and Design" (revised edition), The Mac Millan Ltd., London.

Silvia Sukirman, 1994, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova, Bandung.

Silvia Sukirman, 1995, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.

Siti Malkhamah, 1994, Survei Lampu Lalulintas dan Pengantar Manajemen Lalulintas, Biro Penerbit KMTS UGM, Yogyakarta.

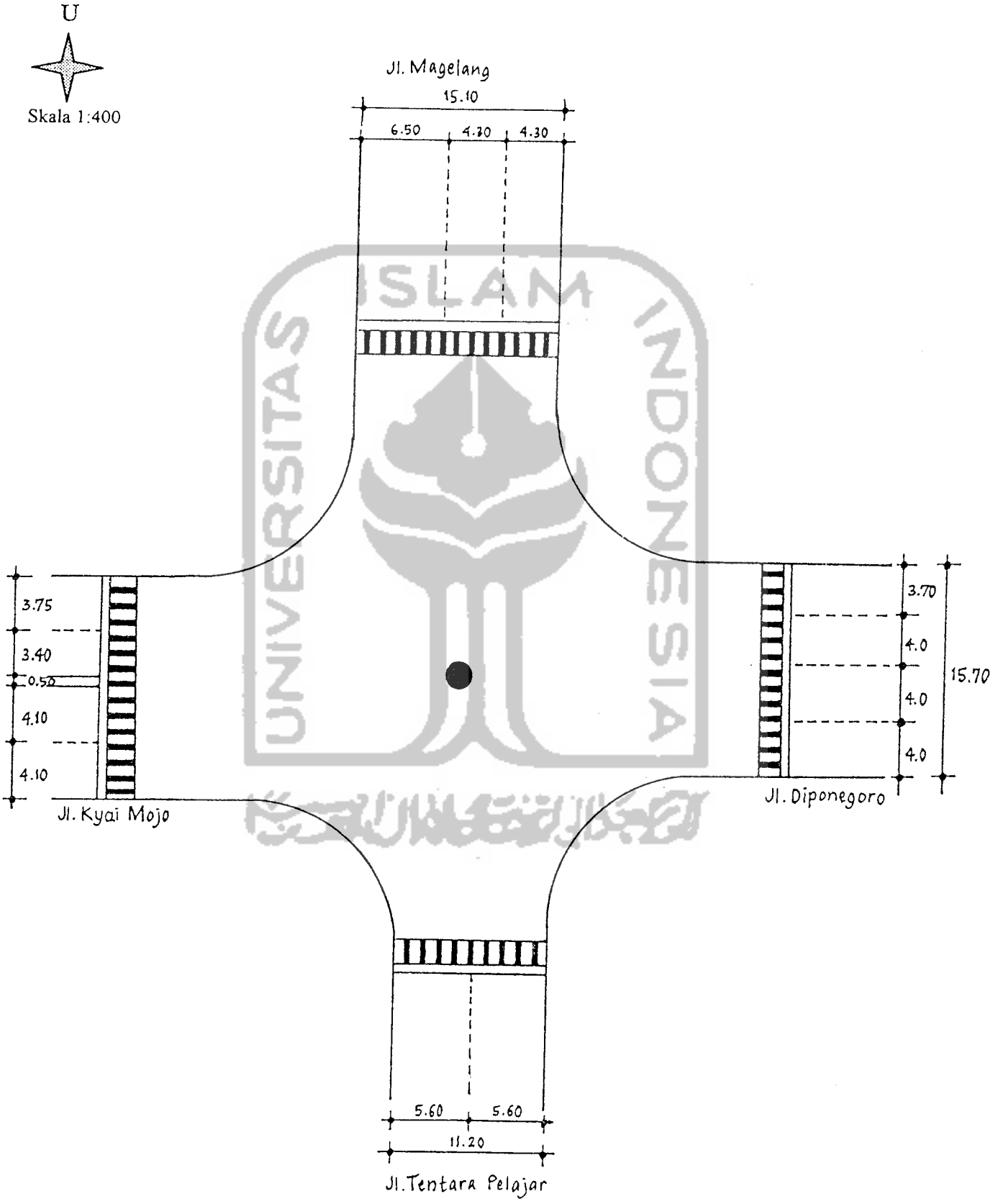
Sutrisno Hadi, 1989, Statistik, Jilid II, Cetakan XI, Andi Offset, Yogyakarta.

Wahyu Widodo, 1996, Tesis Perbandingan Antara Metoda MKJI 1996 dengan Program OSCADY pada Simpang Bersinyal (studi kasus simpang empat Jetis Yogyakarta), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Wohl, Martin and Martin, Brian V., 1967, "Traffic System Analysis for Engineers and Planners", McGraw-Hill Book Company.

LAMPIRAN
A

Lampiran 1 Kondisi geometrik simpang



Lampiran 2 Penentuan input data geometri, pengaturan lalulintas dan lingkungan

SIMPANG BERSINYAL *Formulir SIG-I* - *GEOMETRI* - *PENGATURAN LALULINTAS* - *LINGKUNGAN*	*Hari/tanggal*	*: Selasa, 16 Juni 1998*
	Simpang/kota	*: Pingit, DI Yogyakarta*
	Ukuran kota	*: 0,48 juta jiwa*
	Soal	*: 4 fase*
	Periode	*: Jam sibuk pagi-siang*
	Engineer	*: Jaya & Amin*

FASE SINYAL YANG ADA

g = 28,72	g = 30,07	g = 26,38	g = 19,47	Waktu siklus: c = 129,25
U	T	S	B	
IG = 4,25	IG = 3,86	IG = 4,00	IG = 4,33	Waktu hilang total: LTI = 16,45

KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat	Tipe ling kungan jalan	Hambatan samping tinggi/ rendah	Median ya/ tidak	Kelan-daian ± %	Belok kiri langsung ya/ tidak	Lebar pendekat (m)			
						Pendekat (W_A)	Belok kiri langsung (W_{LTOR})	Masuk W_{masuk}	Keluar (W_{keluar})
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
U	COM	Rendah	Tidak	-	Ya	8,60	4,30	8,60	5,60
T	COM	Rendah	Tidak	-	Ya	8,00	4,00	8,00	8,20
S	COM	Rendah	Tidak	-	Tidak	5,60	-	5,60	6,50
B	COM	Rendah	Ya	-	Ya	7,15	3,75	7,15	7,70

Keterangan:
Penentuan panjang antrian lapangan dilakukan pada pendekat Selatan.

Lampiran 3 Penentuan waktu antar hijau dan waktu hilang

SIMPANG BERSINYAL *Formulir SIG-III :* - *WAKTU ANTAR HIJAU* - *WAKTU HILANG*			*Hari/Tanggal : Selasa, 16 Juni 1998* *Engineer : Jaya & Amin* *Kota : DI Yogyakarta* *Simpang : Pingit* *Soal : 4 fase*						
LALULINTAS BERANGKAT			LALULINTAS DATANG						Waktu merah semua (detik)
Pendekat	Kecepatan V_E (m/det)	Pendekat	U	T	S	B			
		Kecepatan V_A (m/det)	10	10	10	10			
U	10	Jarak berangkat datang m	-	28,90	-	-			
		Waktu berangkat datang det	-	2,89	-	-			1,24
T	10	Jarak berangkat datang m	-	-	25,60	-			
		Waktu berangkat datang det	-	-	2,56	-			1,26
S	10	Jarak berangkat datang m	-	-	-	24,50			
		Waktu berangkat datang det	-	-	-	2,45			0,50
B	10	Jarak berangkat datang m	28,80	-	-	-			
		Waktu berangkat datang det	2,88	-	-	-			1,145

Penentuan waktu merah semua :	
Fase 1 → Fase 2	2
Fase 2 → Fase 3	2
Fase 3 → Fase 4	1
Fase 4 → Fase 1	2
Waktu kuning total (3 det/fase)	12
Waktu hilang total (LTI) = merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	19

Lampiran 4 Perhitungan arus lalulintas hari Senin pagi

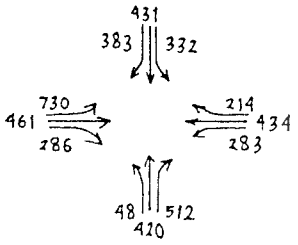
Pukul 06.45-07.45 WIB	*Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk pagi*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)															Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend. Bermotor total (MV)			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio PUM = UM/MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		PLT	PRT	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	159	159	-	0	-	-	512	102	-	671	261	-	0,26	-	142	-
	ST	240	240	-	0	-	-	728	146	-	968	386	-	-	-	90	-
	RT	240	240	-	0	-	-	551	110	-	791	350	-	-	0,35	65	-
	Total	639	639	-	0	-	-	1791	358	-	2430	997	-	-	-	297	0,12
T	LT/OR	142	142	-	0	-	-	501	100	-	643	242	-	0,31	-	81	-
	ST	219	219	-	0	-	-	611	122	-	830	341	-	-	-	186	-
	RT	124	124	-	0	-	-	262	52	-	386	176	-	-	0,23	75	-
	Total	485	485	-	0	-	-	1374	274	-	1859	769	-	-	-	342	0,18
S	LT/OR	26	26	-	0	-	-	57	11	-	83	37	-	0,04	-	22	-
	ST	216	216	-	0	-	-	788	158	-	1004	374	-	-	-	91	-
	RT	193	193	-	0	-	-	1360	272	-	1553	465	-	-	0,53	94	-
	Total	435	435	-	0	-	-	2205	441	-	2640	876	-	-	-	207	0,08
B	LT/OR	394	394	-	0	-	-	1091	218	-	1485	612	-	0,51	-	235	-
	ST	209	209	-	0	-	-	638	128	-	847	337	-	-	-	248	-
	RT	154	154	-	0	-	-	430	86	-	584	240	-	-	0,20	92	-
	Total	757	757	-	0	-	-	2159	432	-	2916	1189	-	-	-	575	0,20

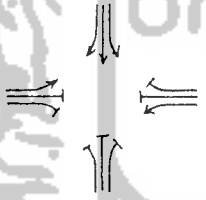
Lampiran 5 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB	*Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formultr SIG-IV : FASE	*Kota : DI Yogyakarta*	*Periode : Jam sibuk pagi*
WAKTU SINYAL	*Simpang : Pingit*	*Soal : 4 fase*

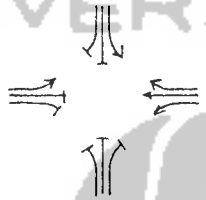
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



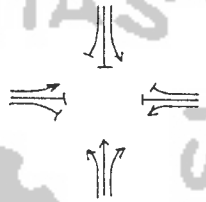
Fase 1



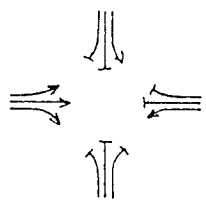
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam-hijau							Arus lalulintas smp/jam	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
										Faktor penyesuaian									
										Semua tipe				Tipe P					
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,26	-	0,35	350	-	4,30	2580	0,83	0,90	1	1	1,09	1	2089	814	0,39	0,48	79
T	2	P	0,31	-	0,23	176	-	4,00	2400	0,83	0,88	1	1	1,06	1	1854	648	0,35	0,43	71
S	3	P	-	0,04	0,53	465	-	5,60	3360	0,83	0,91	1	1	1,14	1	2893	980	0,34	0,41	69
B	4	P	0,51	-	0,20	240	-	3,40	2040	0,83	0,87	1	1	1,05	1	1547	747	0,48	0,59	98

Waktu hilang total LTI (det) = 19	Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 186,11 Waktu siklus disesuaikan c (det) = 130	IFR = Σ FR_{CRIT} = 0,82

Lampiran 6 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB				*Tanggal : 15 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk pagi*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	814	1269	0,64	79	130	0,61	0,39	18,89	19,29	
T	648	1012	0,64	71	130	0,55	0,39	16,33	16,71	
S	980	1535	0,64	69	130	0,53	0,38	25,11	25,49	
B	747	1166	0,64	98	130	0,75	0,39	12,84	13,23	
LTOR (semua) = 1393 smp Arus total Qtot = 4582 smp										

Lampiran 7 Perhitungan arus lalulintas hari Senin siang

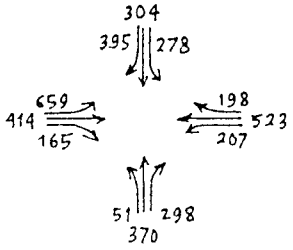
Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk siang*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend. Bermotor total (MV)			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio P_{UM} = UM/ MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		P_{LT}	P_{RT}	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	172	172	-	0	-	-	392	80	-	564	252	-	0,28	-	52	-
	ST	220	220	-	0	-	-	328	66	-	548	286	-	-	-	35	-
	RT	260	260	-	2	3	-	570	114	-	832	377	-	-	0,41	36	-
	Total	652	652	-	2	3	-	1290	260	-	1944	915	-	-	-	123	0,06
T	LT/OR	183	183	-	0	-	-	498	100	-	681	183	-	0,22	-	47	-
	ST	304	304	-	1	1	-	726	145	-	1031	450	-	-	-	146	-
	RT	139	139	-	0	-	-	204	41	-	343	180	-	-	0,22	37	-
	Total	626	626	-	1	1	-	1428	286	-	2055	813	-	-	-	230	0,11
S	LT/OR	17	17	-	0	-	-	47	10	-	64	27	-	0,04	-	48	-
	ST	224	224	-	0	-	-	581	116	-	805	340	-	-	-	59	-
	RT	165	165	-	0	-	-	607	121	-	772	286	-	-	0,44	24	-
	Total	406	406	-	0	-	-	1235	247	-	1641	653	-	-	-	131	0,08
B	LT/OR	423	423	-	0	-	-	971	194	-	1394	617	-	0,55	-	84	-
	ST	277	277	-	0	-	-	415	83	-	692	360	-	-	-	107	-
	RT	109	109	-	0	-	-	188	38	-	297	147	-	-	0,13	35	-
	Total	809	809	-	0	-	-	1574	315	-	2383	1124	-	-	-	226	0,09

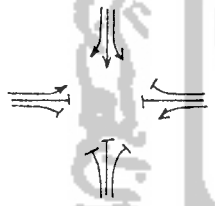
Lampiran 8 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin siang

Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998*	*Engineer*	*: Jaya & Amin*
Formulir SIG-IV : FASE	*Kota : DI Yogyakarta*	*Periode*	*: Jam sibuk siang*
WAKTU SINYAL	*Simpang : Pingit*	*Soal*	*: 4 fase*

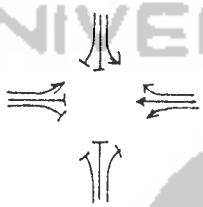
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



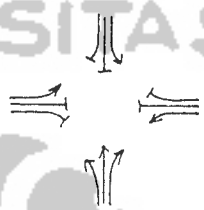
Fase 1



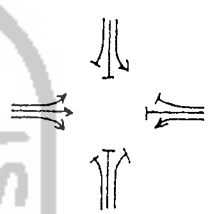
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau detg
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,28	-	0,41	252	-	4,30	2580	0,83	0,92	1	1	1,11	1	2196	699	0,32	0,51	36
T	2	P	0,22	-	0,22	181	-	4,00	2400	0,83	0,90	1	1	1,06	1	1896	722	0,38	0,60	43
S	3	P	-	0,04	0,44	286	-	5,60	3360	0,83	0,91	1	1	1,11	1	2817	719	0,26	0,41	29
B	4	P	0,55	-	0,13	147	-	3,40	2040	0,83	0,91	1	1	1,03	1	1580	578	0,37	0,58	42

Waktu hilang total LTI (det) = 19	Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 90,54 Waktu siklus disesuaikan c (det) = 90	IFR = Σ FR_{CRIT} = 0,63

Lampiran 9 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin siang

Pukul 13.00-14.00 WIB				*Tanggal : 15 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk siang*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	699	878	0,80	36	90	0,40	1,43	15,38	16,81	
T	722	906	0,80	43	90	0,48	1,44	15,22	16,66	
S	719	908	0,79	29	90	0,32	1,38	16,36	17,74	
B	578	737	0,78	42	90	0,47	1,29	12,15	13,45	
LTOR (semua) = 1195 smp										
Arus total Qtot = 3913 smp										

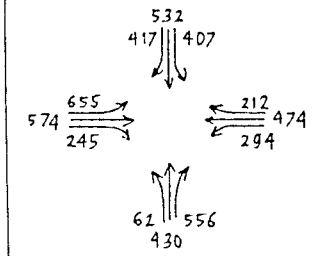
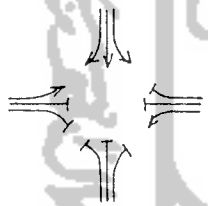
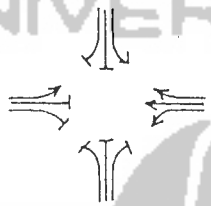
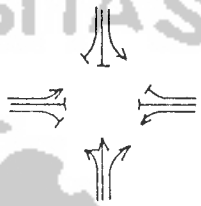
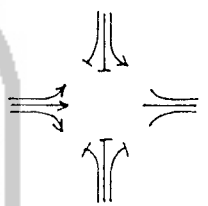
Lampiran 10 Perhitungan arus lalulintas hari Rabu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB	*Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk pagi*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend.Bermotor total (MV)	Rasio berbelok			Arus UM	Rasio PUM = UM/MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		PLT	PRT	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	176	176	-	-	-	-	498	100	-	674	276	-	0,24	-	262	-
	ST	265	265	-	-	-	-	1020	204	-	1285	469	-	-	-	126	-
	RT	270	270	-	-	-	-	577	115	-	847	385	-	-	0,34	63	-
	Total	711	711	-	-	-	-	2095	419	-	2806	1130	-	-	-	451	0,16
T	LT/OR	162	162	-	-	-	-	499	100	-	661	262	-	0,31	-	64	-
	ST	261	261	-	-	-	-	650	130	-	911	391	-	-	-	166	-
	RT	131	131	-	-	-	-	267	53	-	398	184	-	-	0,22	56	-
	Total	554	554	-	-	-	-	1416	283	-	1970	837	-	-	-	286	0,15
S	LT/OR	33	33	-	-	-	-	69	14	-	102	47	-	0,05	-	30	-
	ST	221	221	-	-	-	-	807	162	-	1028	383	-	-	-	93	-
	RT	197	197	-	-	-	-	1392	278	-	1589	475	-	-	0,52	162	-
	Total	451	451	-	-	-	-	2268	454	-	2719	905	-	-	-	285	0,10
B	LT/OR	338	338	-	4	5	-	1295	259	-	1637	602	-	0,48	-	105	-
	ST	198	198	-	-	-	-	1294	259	-	1492	457	-	-	-	234	-
	RT	115	115	-	-	-	-	409	82	-	524	197	-	-	0,16	96	-
	Total	651	651	-	4	5	-	2998	600	-	3653	1256	-	-	-	435	0,12

Lampiran 11 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB	*Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-IV : FASE	*Kota : DI Yogyakarta*	*Periode : Jam sibuk pagi*
WAKTU SINYAL	*Simpang : Pingit*	*Soal : 4 fase*

Distribusi arus lalulintas (smp/jam)	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
				

Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Arus jenuh smp/jam-hijau							Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan		Nilai dasar S_O	Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,24	-	0,34	276	-	4,30	2580	0,83	0,89	1	1	1,088	1	2064	949	0,46	0,62	68
T	2	P	0,31	-	0,22	184	-	4,00	2400	0,83	0,89	1	1	1,057	1	1874	686	0,37	0,49	54
S	3	P	-	0,05	0,52	475	-	5,60	3360	0,83	0,90	1	1	1,135	1	2849	1048	0,37	0,50	55
B	4	P	0,48	-	0,16	197	-	3,40	2040	0,83	0,90	1	1	1,042	1	1581	819	0,52	0,70	77

Waktu hilang total LTI (det) = 19	Waktu siklus pra penyesuaian c_{HI} (det) = 128,85	IFR = Σ FR_{CRIT} = 0,74
	Waktu siklus disesuaikan c (det) = 129	

Lampiran 12 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB				*Tanggal : 17 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS PANJANG ANTRIAN				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk pagi*			
				Simpang : Pingit			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	949	1088	0,87	68	129	0,53	2,80	29,77	32,57	
T	686	784	0,87	54	129	0,42	2,82	22,54	25,37	
S	1048	1215	0,86	55	129	0,43	2,56	34,08	36,64	
B	819	944	0,87	77	129	0,60	2,67	24,54	27,21	
LTOR (semua) = 1418 smp Arus total Qtot = 4920 smp										

Lampiran 13 Perhitungan arus lalulintas hari Rabu siang

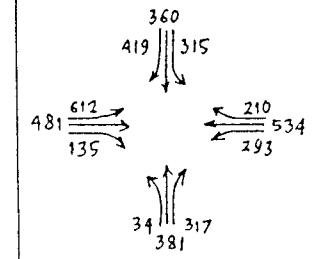
Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk siang*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)															Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend. Bermotor total (MV)			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio PUM = UM/MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		PLT	PRT	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	191	191	-	-	-	-	382	76	-	573	267	-	0,27	-	96	-
	ST	243	243	-	-	-	-	460	92	-	703	335	-	-	-	49	-
	RT	280	280	-	1	1	-	597	120	-	878	401	-	-	0,40	35	-
	Total	714	714	-	1	1	-	1439	288	-	2154	1003	-	-	-	180	0,18
T	LT/OR	174	174	-	-	-	-	196	99	-	670	273	-	0,30	-	39	-
	ST	300	300	-	1	1	-	773	155	-	1074	456	-	-	-	155	-
	RT	143	143	-	1	1	-	208	42	-	352	186	-	-	0,20	47	-
	Total	617	617	-	2	2	-	1477	296	-	2096	915	-	-	-	241	0,26
S	LT/OR	17	17	-	-	-	-	48	10	-	65	27	-	0,04	-	14	-
	ST	229	229	-	2	3	-	595	119	-	826	351	-	-	-	60	-
	RT	169	169	-	2	3	-	621	124	-	792	296	-	-	0,44	41	-
	Total	415	415	-	4	6	-	1264	253	-	1683	674	-	-	-	115	0,17
B	LT/OR	363	363	-	1	1	-	1152	230	-	1516	593	-	0,52	-	37	-
	ST	262	262	-	-	-	-	842	168	-	1104	430	-	-	-	102	-
	RT	81	81	-	-	-	-	179	36	-	260	117	-	-	0,10	36	-
	Total	706	706	-	1	1	-	2173	434	-	2880	1140	-	-	-	175	0,15

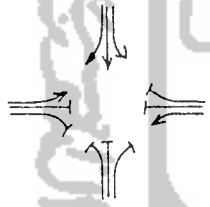
Lampiran 14 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-IV : FASE	*Kota : DI Yogyakarta*	*Periode : Jam sibuk siang*
WAKTU SINYAL	*Simpang : Pingit*	*Soal : 4 fase*

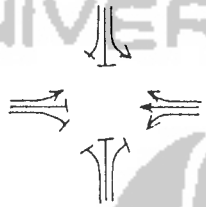
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



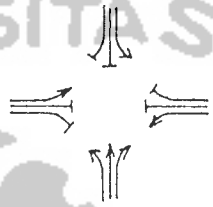
Fase 1



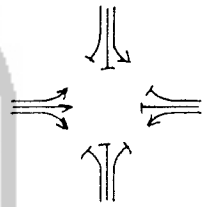
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
										Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	16	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,24	-	0,34	276	-	4,30	2580	0,83	0,89	1	1	1,088	1	2064	778	0,38	0,58	44
T	2	P	0,31	-	0,22	184	-	4,00	2400	0,83	0,89	1	1	1,057	1	1874	743	0,40	0,61	47
S	3	P	-	0,05	0,52	475	-	5,60	3360	0,83	0,90	1	1	1,135	1	2849	732	0,26	0,40	30
B	4	P	0,48	-	0,16	197	-	3,40	2040	0,83	0,90	1	1	1,042	1	1581	616	0,39	0,60	46

Waktu hilang total LTI (det) = 19	Waktu siklus pra penyesuaian c_{UA} (det) = 95,71	IFR = Σ FR_{CRIT} = 0,65
	Waktu siklus disesuaikan c (det) = 96	

Lampiran 15 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB				*Tanggal : 17 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk siang*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	778	946	0,82	44	96	0,46	1,78	18,04	19,81	
T	743	917	0,81	47	96	0,49	1,60	16,76	18,36	
S	732	890	0,82	30	96	0,31	1,77	18,06	19,83	
B	616	757	0,81	46	96	0,48	1,64	14,02	15,65	
LTOR (semua) = 1254 smp										
Arus total Qtot = 4123 smp										

Lampiran 16 Perhitungan arus lalulintas hari Sabtu pagi hari

Pukul 06.45-07.45 WIB	*Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk pagi*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend. Bermotor total (MV)			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio PUM = UM/MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		PLT	PRT	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	89	89	-	-	-	-	366	73	-	455	162	-	0,22	-	153	-
	ST	198	198	-	-	-	-	560	112	-	758	310	-	-	-	97	-
	RT	196	196	-	-	-	-	388	78	-	584	274	-	-	0,37	89	-
	Total	483	483	-	-	-	-	1314	263	-	1797	746	-	-	-	339	0,19
T	LT/OR	128	128	-	-	-	-	438	88	-	566	216	-	0,37	-	58	-
	ST	147	147	-	-	-	-	572	114	-	719	261	-	-	-	185	-
	RT	72	72	-	-	-	-	179	36	-	251	108	-	-	0,18	83	-
	Total	347	347	-	-	-	-	1189	238	-	1536	585	-	-	-	326	0,21
S	LT/OR	30	30	-	-	-	-	63	13	-	93	43	-	0,06	-	26	-
	ST	252	252	-	-	-	-	657	131	-	909	383	-	-	-	107	-
	RT	113	113	-	-	-	-	955	191	-	1068	304	-	-	0,42	204	-
	Total	395	395	-	-	-	-	1675	335	-	2070	730	-	-	-	337	0,16
B	LT/OR	244	244	-	6	8	-	627	125	-	877	377	-	0,41	-	179	-
	ST	176	176	-	3	4	-	865	173	-	1044	353	-	-	-	244	-
	RT	134	134	-	-	-	-	332	66	-	466	200	-	-	0,22	85	-
	Total	554	554	-	9	12	-	1824	364	-	2297	930	-	-	-	508	0,21

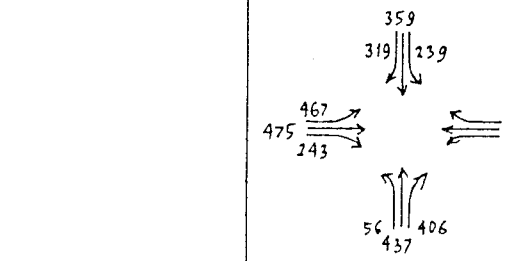
Lampiran 17 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB
Formultr SIG-IV : FASE
WAKTU SINYAL

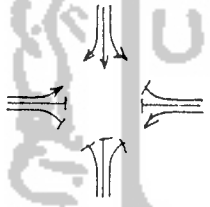
Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk pagi
Soal : 4 fase

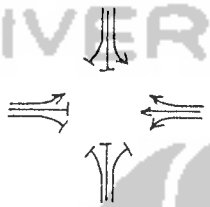
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



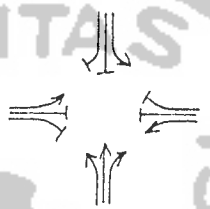
Fase 1



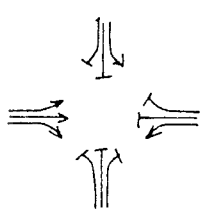
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Arus jenuh smp/jam-hijau							Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan		Nilai dasar So	Faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan S			
										Semua tipe				Tipe P					
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F O	F P	F RT	F LT				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13	(14	(15)	(16	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,22	-	0,37	274	-	4,3	2580	0,83	0,87	1	1	1,096	1	2051	677	0,33	0,41	61
T	2	P	0,37	-	0,18	108	-	4,0	2400	0.83	0,86	1	1	1,047	1	1798	503	0,28	0,35	52
S	3	P	-	0,06	0,42	304	-	5,6	3360	0,83	0,88	1	1	1,109	1	2722	899	0,33	0,41	61
B	4	P	0,41	-	0,22	280	-	3,4	2040	0,83	0,86	1	1	1,057	1	1543	718	0,47	0,58	86

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 167,50
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 130

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,80

Lampiran 18 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB				*Tanggal : 20 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk pagi*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	677	962	0,70	61	130	0,47	0,68	19,37	20,05	
T	503	719	0,70	52	130	0,40	0,66	15,13	15,79	
S	899	1277	0,70	61	130	0,47	0,69	25,73	26,41	
B	718	1021	0,70	86	130	0,66	0,68	16,41	17,10	
LTOR (semua) = 1007 smp										
Arus total Qtot = 3804 smp										

Lampiran 19 Perhitungan arus lalulintas hari Sabtu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS	*Kota : DI Yogyakarta*	*Soal : 4 fase*
	Simpang : Pingit	*Periode : Jam sibuk siang*

Kode pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)															Kend. Tak Bermotor	
		Kend. Ringan (LV) emp terlindung=1,0 emp terlawan =1,0			Kend. Berat (HV) emp terlindung=1,3 emp terlawan =1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung=0,2 emp terlawan =0,4			Kend. Bermotor total (MV)			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio PUM = UM/MV
		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		kend /jam	smp/jam		PLT	PRT	kend /jam	
			terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT/OR	211	211	-	4	5	-	372	74	-	587	290	-	0,26	-	141	-
	ST	266	266	-	1	1	-	591	118	-	858	385	-	-	-	64	-
	RT	300	300	-	-	-	-	624	125	-	924	425	-	-	0,39	35	-
	Total	777	777	-	5	6	-	1587	317	-	2369	1100	-	-	-	240	0,10
T	LT/OR	166	166	-	1	1	-	496	99	-	663	266	-	0,29	-	31	-
	ST	295	295	-	4	5	-	820	164	-	1119	464	-	-	-	167	-
	RT	146	146	-	1	1	-	214	43	-	361	190	-	-	0,21	55	-
	Total	607	607	-	6	7	-	1530	306	-	2143	920	-	-	-	253	0,18
S	LT/OR	15	15	-	-	-	-	44	9	-	59	24	-	0,04	-	12	-
	ST	261	261	-	-	-	-	630	126	-	891	387	-	-	-	69	-
	RT	132	132	-	-	-	-	639	128	-	771	260	-	-	0,39	52	-
	Total	408	408	-	-	-	-	1313	263	-	1721	671	-	-	-	133	0,08
B	LT/OR	262	262	-	2	3	-	558	112	-	822	378	-	0,44	-	64	-
	ST	233	233	-	-	-	-	563	113	-	796	346	-	-	-	106	-
	RT	95	95	-	-	-	-	145	29	-	240	124	-	-	0,15	32	-
	Total	590	590	-	2	3	-	1266	254	-	1858	848	-	-	-	202	0,11

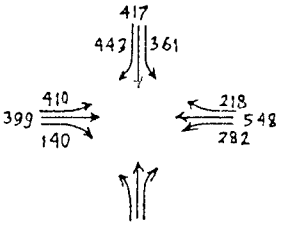
Lampiran 20 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB
Formulir SIG-IV : FASE
WAKTU SINYAL

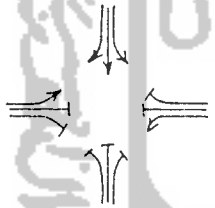
Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk siang
Soal : 4 fase

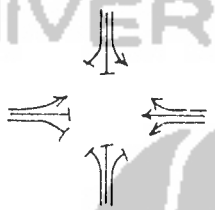
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



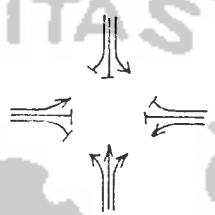
Fase 1



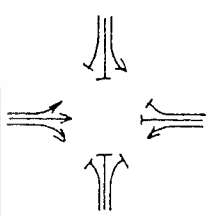
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F O	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	16	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,26	-	0,39	290	-	4,30	2580	0,83	0,90	1	1	1,101	1	2122	845	0,40	0,66	43
T	2	P	0,29	-	0,21	190	-	4,00	2400	0,83	0,88	1	1	1,055	1	1845	765	0,41	0,69	45
S	3	P	-	0,04	0,39	260	-	5,60	3360	0,83	0,91	1	1	1,101	1	2794	738	0,26	0,44	29
B	4	P	0,44	-	0,15	124	-	3,40	2040	0,83	0,90	1	1	1,039	1	1580	539	0,34	0,57	37

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 83,75
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 84

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,60

Lampiran 21 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB *Formulir SIG-V : KAPASITAS* *PANJANG ANTRIAN*				*Tanggal : 20 Juni 1998* *Kota : DI Yogyakarta* *Simpang : Pingit*			*Engineer : Jaya & Amin* *Periode : Jam sibuk siang* *Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	845	1086	0,78	43	84	0,51	1,24	15,99	17,23	
T	765	988	0,77	45	84	0,54	1,20	14,16	15,36	
S	738	965	0,77	29	84	0,35	1,12	15,32	16,44	
B	539	696	0,77	37	84	0,44	1,20	10,68	11,88	
LTOR (semua) = 1083 smp Arus total Qtot = 3970 smp										

Lampiran 22 Panjang antrian NQ1 lapangan (kendaraan) periode pagi dan siang hari pendekat Selatan

Jam Pengamatan	Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)		
	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab
06.45-07.00	2	2	1	2	3	0	0	0	0	1	2	1
07.00-07.15	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
07.15-07.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
07.30-07.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00-13.15	3	0	1	1	2	2	0	0	1	2	0	3
13.15-13.30	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	1
13.30-13.45	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	1	2
13.45-14.00	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1

Sen = Senin, Rab = Rabu, Sab = Sabtu
(Sumber: Survei lapangan)

Lampiran 23 Panjang antrian NQ_2 lapangan (kendaraan) periode pagi hari

Jam Pengamatan	Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)		
	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab
06.45-07.00	46	31	40	36	16	27	0	0	0	6	5	6
	40	40	42	24	11	18	0	0	0	5	7	6
	49	59	57	39	13	27	0	0	0	7	4	6
	37	61	51	31	12	22	0	0	0	3	7	5
	42	63	55	36	13	26	0	0	0	9	7	8
	31	72	54	24	14	20	0	0	0	12	6	6
	40	48	46	37	16	28	0	0	0	4	7	12
Total	285	374	345	227	95	168	0	0	0	61	43	49
Rata-rata	40,7	53,4	49,3	32,4	13,6	24	0	0	0	8,71	6,14	7
07.00-07.15	27	49	40	23	15	20	1	0	0	3	8	6
	31	59	47	17	8	13	0	0	0	2	5	3
	43	85	67	24	6	16	0	0	0	4	4	4
	36	58	49	19	12	16	0	0	0	3	10	7
	39	66	55	9	6	8	0	0	0	10	6	4
	26	57	43	10	12	12	0	0	0	2	19	10
	29	74	54	8	10	9	0	0	0	8	12	10
Total	231	448	355	110	69	94	1	0	0	32	64	44
Rata-rata	33	64	50,7	15,7	9,86	13,4	1	0	0	4,57	9,14	6,29
07.15-07.30	30	58	46	9	9	9	1	0	0	9	10	10
	28	41	36	6	15	11	0	0	0	10	24	18
	33	47	42	10	11	11	0	0	0	8	16	12
	39	63	54	7	8	8	0	0	0	5	22	14
	47	55	54	9	9	9	0	0	0	14	13	14
	31	46	40	12	7	10	0	0	0	8	20	15
	29	60	47	5	8	7	0	0	0	12	21	17
Total	237	370	319	69	67	65	1	0	0	66	126	100
Rata-rata	33,9	52,9	45,6	9,86	9,57	9,29	1	0	0	9,43	18	14,3
07.30-07.45	37	50	46	18	5	12	1	0	0	11	27	20
	42	58	52	15	6	11	0	0	0	15	23	19
	39	62	53	13	11	13	0	0	0	7	12	10
	45	38	44	9	7	8	0	0	0	31	22	18
	38	32	37	15	10	13	0	0	0	20	21	15
	41	32	38	13	11	13	0	0	0	6	13	9
	40	64	55	8	8	8	0	0	0	7	12	10
Total	282	336	325	91	58	78	1	0	0	97	130	101
Rata-rata	40,3	48	46,4	13	8,29	11,1	1	0	0	13,9	18,6	14,4

Sen = Senin, Rab = Rabu, Sab = Sabtu
(Sumber: Survei lapangan)

Lampiran 24 Panjang antrian NQ_2 lapangan (kendaraan) periode siang hari

Jam Pengamatan	Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Kendaraan Tak Bermotor (UM)		
	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab	Sen	Rab	Sab
13.00-13.15	41	25	36	25	24	26	0	1	0	5	6	5
	36	32	38	17	16	17	0	0	0	5	8	5
	44	47	51	27	19	26	0	0	0	6	4	5
	33	49	46	22	18	21	0	0	0	3	8	5
	38	50	49	25	20	25	0	0	0	8	8	7
	28	58	48	17	21	19	0	0	0	11	7	5
	36	38	41	26	24	27	0	0	0	4	8	11
Total	256	299	309	159	142	161	0	1	0	42	49	43
Rata-rata	36,6	42,7	44,1	22,7	20,3	23	0	1	0	6	7	6,14
13.15-13.30	26	32	32	28	22	30	0	0	0	4	6	7
	29	38	38	20	12	20	0	0	0	3	4	3
	41	55	54	29	9	24	0	0	0	6	3	4
	34	38	39	23	18	24	0	0	0	4	8	8
	37	43	44	11	9	12	0	0	0	14	5	4
	25	37	34	12	18	18	0	0	0	3	15	11
	27	48	43	10	15	13	0	0	0	11	10	11
Total	219	291	284	133	103	141	0	0	0	45	51	48
Rata-rata	31,3	41,6	40,6	19	14,7	20,1	0	0	0	6,43	7,29	6,86
13.30-13.45	33	46	41	12	14	14	0	0	1	8	7	7
	31	33	32	8	24	18	0	0	1	9	17	18
	36	38	38	13	17	18	0	0	0	7	11	12
	43	50	49	9	13	13	0	0	0	5	1	16
	52	44	49	12	14	14	0	0	0	13	9	10
	34	37	36	16	11	16	0	0	0	7	14	15
	32	48	42	7	13	11	0	0	0	11	15	16
Total	261	296	287	93	106	104	0	0	2	60	88	94
Rata-rata	37,3	42,3	41	13,7	15,1	14,9	0	0	2	8,57	12,6	13,4
13.45-14.00	33	45	37	29	10	18	1	0	1	8	16	15
	38	52	42	24	12	17	0	0	0	11	14	14
	35	56	42	21	22	20	0	0	0	5	7	8
	40	34	35	14	14	12	0	0	0	23	13	14
	34	29	30	24	20	20	0	0	0	15	13	11
	37	29	30	21	22	20	0	0	0	4	8	7
	36	57	44	13	16	12	0	0	0	5	7	8
Total	253	302	260	146	116	119	1	0	1	71	78	77
Rata-rata	36,1	43,1	37,1	20,9	16.6	17	1	0	1	10,1	11,1	7

Sen = Senin, Rab = Rabu, Sab = Sabtu
(Sumber: Survei lapangan)

Lampiran 25 Perhitungan panjang antrian dengan k = 534 dalam smp

Periode	S_O	F	S	Q	FR	c	g	C	DS	NQ_1	NQ_2	NQ
Senin pagi	2990	0,86	2574	980	0,38	130	63	1111	0,88	3,10	36,49	39,59
Senin siang	2990	0,84	2512	719	0,29	112	38	852	0,84	2,13	20,71	22,84
Rabu pagi	2990	0,85	2541	1048	0,41	124	84	1148	0,91	3,07	35,37	38,44
Rabu siang	2990	0,85	2541	732	0,29	124	41	840	0,87	2,74	23,71	26,45
Sabtu pagi	2990	0,81	2422	899	0,37	105	47	1084	0,83	1,89	23,03	24,92
Sabtu siang	2990	0,83	2482	738	0,30	105	37	875	0,84	2,13	19,84	21,17

(Sumber: Analisis data)

Lampiran 26 Perhitungan panjang antrian dengan k = 775 dalam smp

Periode	S_O	F	S	Q	FR	c	g	C	DS	NQ_1	NQ_2	NQ
Senin pagi	5038	0,86	4338	980	0,23	84	24	1239	0,79	1,37	21,10	22,47
Senin siang	5038	0,84	4232	719	0,17	61	16	1110	0,65	0,42	10,83	11,25
Rabu pagi	5038	0,85	4282	1048	0,24	93	28	1289	0,81	1,65	25,05	26,70
Rabu siang	5038	0,85	4282	732	0,17	63	16	1087	0,67	0,53	11,53	12,06
Sabtu pagi	5038	0,81	4081	899	0,22	80	23	1173	0,77	1,13	18,26	1939
Sabtu siang	5038	0,83	4182	738	0,18	60	16	1115	0,66	0,48	10,95	11,43

(Sumber: Analisis data)

Lampiran 27 Tabel "chi square"

"Percentage points of X^2 distributions"

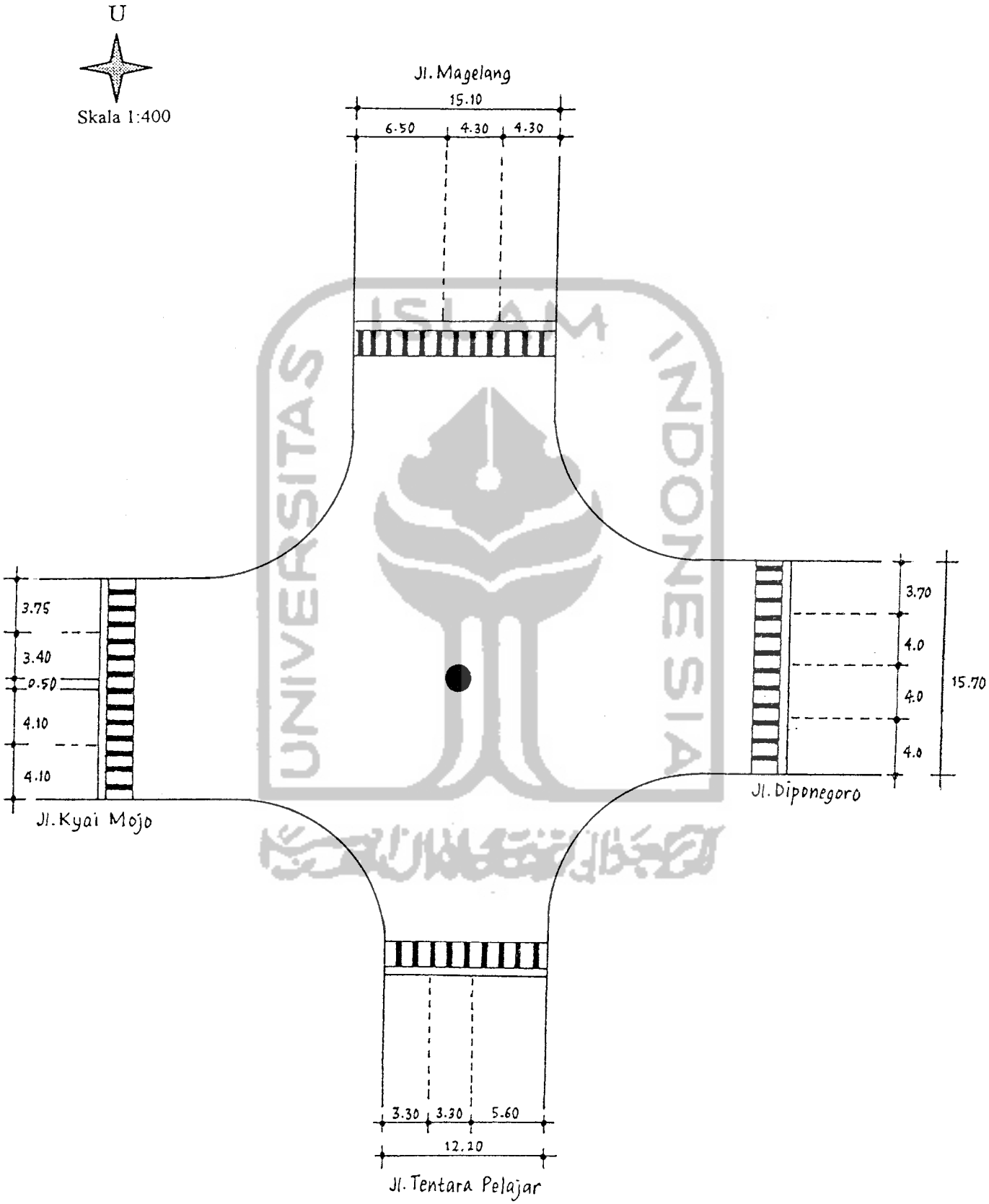
df	α							
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.050	0.025	0.010	0.005
1	$3927.\ 10^{-10}$	$157088.\ 10^{-9}$	$982069.\ 10^{-9}$	$393214.\ 10^{-8}$	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
2	.0100251	.020101	.050636	.102587	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966
3	.0717212	.114832	.215795	.351846	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381
4	.2069900	.297110	.484419	.710721	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602
5	.4117400	.554300	.831211	1.14548	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
6	.675727	.872085	1.23735	1.63539	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
7	.989265	1.239043	1.68987	2.16735	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893
10	2.155850	2.558210	3.24697	3.94030	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	22.3621	24.7356	27.6883	29.8194
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672
17	5.69724	6.40776	7.56418	8.67176	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	28.8693	31.5264	34.8053	37.1564
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	31.4104	34.166	37.5662	39.9968
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	32.6705	35.4789	38.9321	41.4010
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	33.9244	36.7807	40.2894	42.7956
23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	35.1725	38.0757	41.6384	44.1813
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	36.4151	39.3641	42.9798	45.5585
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	37.6525	40.6465	44.3141	46.9278
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	38.8852	41.9232	45.6417	48.2899
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	40.1133	43.1944	46.9630	49.6449
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	41.3372	44.4607	48.2782	50.9933
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	42.5569	45.7222	49.5879	52.3356
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720
40	20.7065	22.1643	24.4331	26.5093	55.7585	59.3417	63.6907	66.7659
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	67.5048	71.4202	76.1539	79.4900
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	79.0819	83.2976	88.3794	91.9517
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	90.5312	95.0231	100.425	104.215
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.1963	61.7541	65.6466	69.1260	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	124.342	129.561	135.807	140.169

From "Biometrika Tables for Statisticans" Vol.1 (3rd Edition) Cambridge University Press (1966); edited by E.S. Pearson and H.O. Hartley

(Sumber: C. K. Bhattacharyya dan R. A. Johnson, 1977)

LAMPIRAN
B

Lampiran 28 Kondisi geometrik simpang (revisi)



Lampiran 29 Penentuan input data geometri, pengaturan lalulintas dan lingkungan

SIMPANG BERSINYAL *Formulir SIG-I* - *GEOMETRI* - *PENGATURAN LALULINTAS* - *LINGKUNGAN*	*Hari/Tanggal : Selasa, 16 Juni 1998* *Kota : DI Yogyakarta* *Simpang : Pingit* *Ukuran kota : 0,48 juta* *Soal : 4 fase*	*Engineer : Jaya & Amin* *Periode : Jam sibuk pagi - siang*

FASE SINYAL YANG ADA (tetap)

g = 28,72 U IG = 4,26	g = 30,07 T IG = 3,86	g = 26,38 S IG = 4	g = 19,47 B IG = 4,33	Waktu siklus c = 129,25 LTI = Σ IG = 16,45

KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan Samping Tinggi/ Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Lebar Pendekat (m)			
						Pendekat W_A	Belok kiri langsung W_{LTOR}	Masuk Wmasuk	Keluar Wkeluar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
U	COM	Rendah	Tidak	-	Ya	8,60	4,30	8,60	5,60
T	COM	Rendah	Tidak	-	Ya	8,00	4,00	8,00	8,20
S	COM	Rendah	Tidak	-	Tidak	6,60	-	6,60	6,50
B	COM	Rendah	Ya	-	Ya	7,15	3,75	7,15	7,70

Keterangan:
Nilai yang dicetak gelap menunjukkan perubahan.

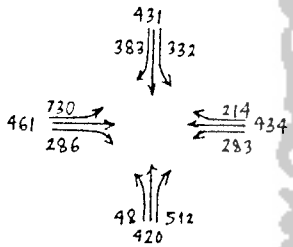
Lampiran 30 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB
Formulir SIG-IV : FASE
WAKTU SINYAL

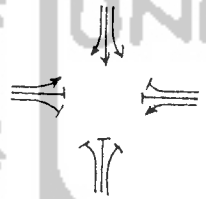
Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk pagi
Soal : 4 fase

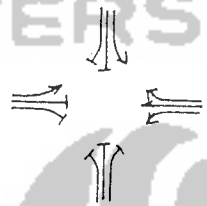
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



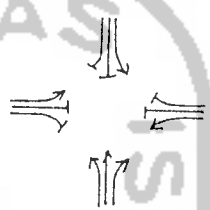
Fase 1



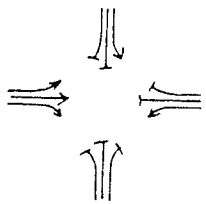
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) W_e	Nilai dasar S_o	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR_{CRIT} /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}			F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,26	-	0,35	350	-	4,30	2580	0,83	0,90	1	1	1,09	1	2089	814	0,39	0,51	64
T	2	P	0,31	-	0,23	176	-	4,00	2400	0,83	0,88	1	1	1,06	1	1854	648	0,35	0,45	57
S	3	P	-	0,04	0,53	465	-	6,60	3960	0,83	0,91	1	1	1,14	1	3410	980	0,29	0,37	47
B	4	P	0,51	-	0,20	240	-	3,40	2040	0,83	0,87	1	1	1,05	1	1547	747	0,48	0,63	79

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 145,65
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 130

IFR = $\sum FR_{CRIT}$ = 0,77

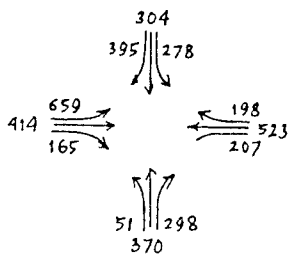
Lampiran 31 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB				*Tanggal : 15 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk pagi*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	814	1028	0,79	64	130	0,49	1,38	24,45	25,83	
T	648	813	0,80	57	130	0,44	1,44	20,20	21,64	
S	980	1233	0,79	47	130	0,36	1,42	31,71	33,13	
B	747	940	0,79	79	130	0,61	1,41	20,46	21,88	
LTOR (semua) = 1393 smp Arus total Qtot = 4582 smp										

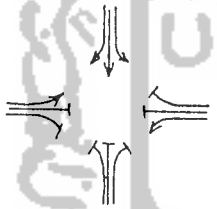
Lampiran 32 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Senin siang

Pukul 13.00-14.00 WIB	*Hari/Tanggal : Senin, 15 Juni 1998*	*Engineer : Jaya & Amin*
Formulir SIG-IV : FASE WAKTU SINYAL	*Kota : DI Yogyakarta*	*Periode : Jam sibuk siang*
	Simpang : Pingit	*Soal : 4 fase*

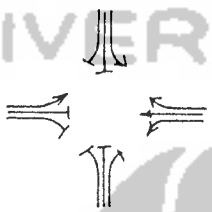
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



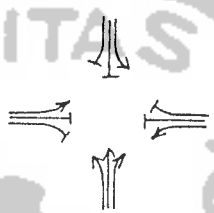
Fase 1



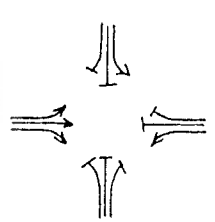
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,28	-	0,41	252	-	4,3	2580	0,83	0,92	1	1	1,11	1	2196	699	0,32	0,54	34
T	2	P	0,22	-	0,22	181	-	4,0	2400	0,83	0,90	1	1	1,06	1	1896	722	0,38	0,65	40
S	3	P	-	0,04	0,44	286	-	6,60	3960	0,83	0,91	1	1	1,11	1	3320	719	0,22	0,37	23
B	4	P	0,55	-	0,13	147	-	3,4	2040	0,83	0,91	1	1	1,03	1	1580	578	0,37	0,62	39

Waktu hilang total LTI (det) = 19	Waktu siklus pra penyesuaian c_{up} (det) = 81,71	IFR = Σ FR_{CRIT} = 0,59
	Waktu siklus disesuaikan c (det) = 82	

Lampiran 33 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Senin siang

Pukul 13.00-14.00 WIB				*Tanggal : 15 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS PANJANG ANTRIAN				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk siang*			
				Simpang : Pingit			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	699	910	0,77	34	82	0,41	1,14	13,67	14,81	
T	722	925	0,78	40	82	0,49	1,26	13,69	14,87	
S	719	931	0,77	23	82	0,28	1,18	15,04	16,22	
B	578	751	0,77	39	82	0,48	1,15	10,89	12,04	
LTOR (semua) = 1195 smp Arus total Qtot = 3913 smp										

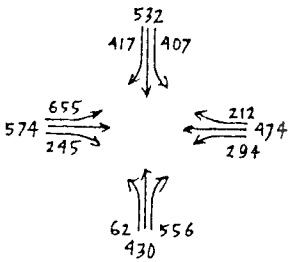
Lampiran 34 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB
Formulir SIG-IV : FASE WAKTU SINYAL

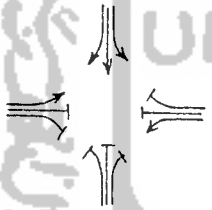
Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk pagi
Soal : 4 fase

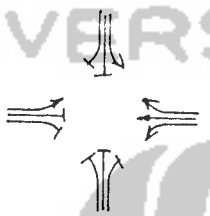
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



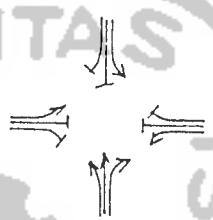
Fase 1



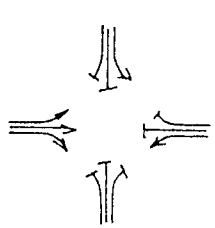
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,24	-	0,34	276	-	4,3	2580	0,83	0,89	1	1	1,088	1	2064	949	0,46	0,55	99
T	2	P	0,31	-	0,22	184	-	4,0	2400	0,83	0,89	1	1	1,057	1	1874	686	0,37	0,44	79
S	3	P	-	0,05	0,52	475	-	6,6	3960	0,83	0,90	1	1	1,135	1	3357	1048	0,31	0,38	67
B	4	P	0,48	-	0,16	197	-	3,4	2040	0,83	0,90	1	1	1,042	1	1581	819	0,52	0,62	111

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 197,06
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 130

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,83

Lampiran 35 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB *Formulir SIG-V : KAPASITAS* *PANJANG ANTRIAN*				*Tanggal : 17 Juni 1998* *Kota : DI Yogyakarta* *Simpang : Pingit*			*Engineer : Jaya & Amin* *Periode : Jam sibuk pagi* *Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	949	1572	0,60	99	130	0,76	0,26	15,13	15,39	
T	686	1139	0,60	79	130	0,61	0,26	15,33	15,59	
S	1048	1730	0,61	67	130	0,52	0,27	26,66	26,93	
B	819	1350	0,61	111	130	0,85	0,27	8,97	9,24	
LTOR (semua) = 1418 smp Arus total Qtot = 4920 smp										

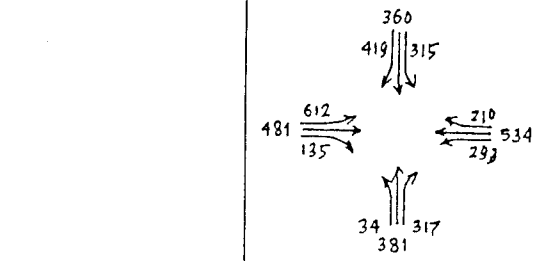
Lampiran 36 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Rabu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB
Formulir SIG-IV : FASE WAKTU SINYAL

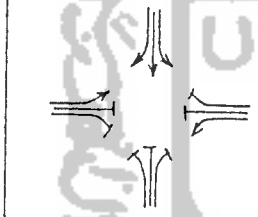
Hari/Tanggal : Rabu, 17 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk siang
Soal : 4 fase

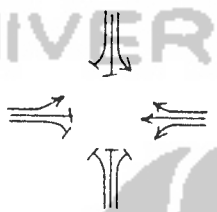
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



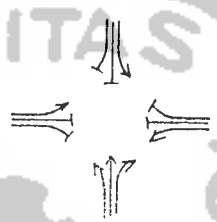
Fase 1



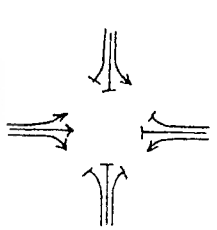
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	16	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,24	-	0,34	276	-	4,3	2580	0,83	0,89	1	1	1,088	1	2064	778	0,38	0,62	41
T	2	P	0,31	-	0,22	184	-	4,0	2400	0,83	0,89	1	1	1,057	1	1874	743	0,40	0,65	43
S	3	P	-	0,05	0,52	475	-	6,6	3960	0,83	0,90	1	1	1,135	1	3357	732	0,22	0,37	24
B	4	P	0,48	-	0,16	197	-	3,4	2040	0,83	0,90	1	1	1,042	1	1581	616	0,39	0,64	43

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 85,90
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 86

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,61

Lampiran 37 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Rabu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB				*Tanggal : 17 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk siang*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ=NQ_1+NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	778	984	0,79	41	86	0,48	1,37	15,61	16,98	29
T	743	937	0,79	43	86	0,50	1,39	14,70	16,10	28
S	732	937	07,8	24	86	0,28	1279	16,12	17,39	30
B	616	1000	0,62	43	86	0,50	0,30	7,01	7,31	15
LTOR (semua) = 1254 smp										
Arus total Qtot = 4123 smp										

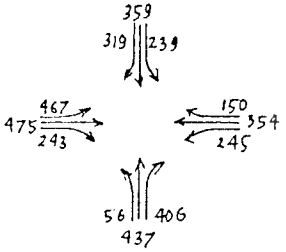
Lampiran 38 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB
Formulir SIG-IV : FASE WAKTU SINYAL

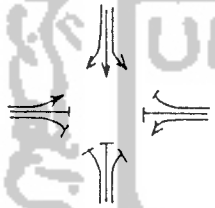
Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998
Kota : DI Yogyakarta
Simpang : Pingit

Engineer : Jaya & Amin
Periode : Jam sibuk pagi
Soal : 4 fase

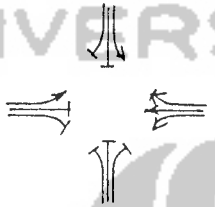
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



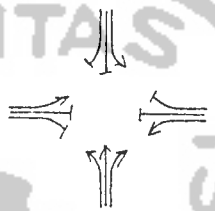
Fase 1



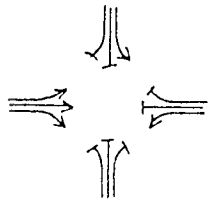
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Nilai dasar So	Arus jenuh smp/jam-hijau						Nilai disesuaikan S	Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau det g
						Arah sendiri	Arah lawan			Faktor penyesuaian										
										Semua tipe				Tipe P						
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,22	-	0,37	274	-	4,3	2580	0,83	0,87	1	1	1,096	1	2051	677	0,33	0,44	51
T	2	P	0,37	-	0,18	108	-	4,0	2400	0.83	0,86	1	1	1,047	1	1798	503	0,28	0,37	43
S	3	P	-	0,06	0,42	304	-	6,6	3960	0,83	0,88	1	1	1,109	1	3290	899	0,28	0,37	43
B	4	P	0,41	-	0,22	280	-	3,4	2040	0,83	0,86	1	1	1,057	1	1543	718	0,47	0,62	71

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{HI} (det) = 134
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 130

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,75

Lampiran 39 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu pagi

Pukul 06.45-07.45 WIB				*Tanggal : 20 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk pagi*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} P_{OL} =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	677	805	0,84	51	130	0,39	2,08	22,18	24,26	
T	503	595	0,85	43	130	0,33	2,14	16,88	19,02	
S	899	1061	0,85	43	130	0,33	2,21	30,18	32,40	
B	718	843	0,85	71	130	0,55	2,29	22,01	24,30	
LTOR (semua) = 1007 smp										
Arus total Qtot = 3804 smp										

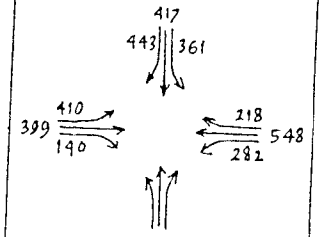
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 40 Perhitungan fase dan waktu sinyal hari Sabtu siang

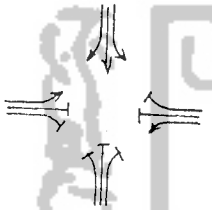
Pukul 13.00-14.00 WIB
Formulir SIG-IV : FASE WAKTU SINYAL

Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juni 1998 | *Engineer : Jaya & Amin*
Kota : DI Yogyakarta | *Periode : Jam sibuk siang*
Simpang : Pingit | *Soal : 4 fase*

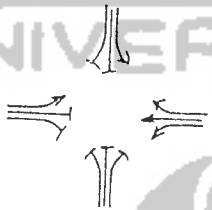
Distribusi arus lalulintas (smp/jam)



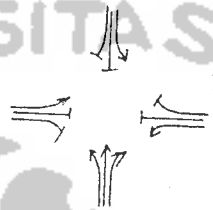
Fase 1



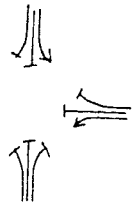
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m) We	Arus jenuh smp/jam-hijau								Arus lalulintas smp/jam Q	Rasio arus FR= Q/S	Rasio fase PR= FR CRIT /IFR	Waktu hijau detg
						Arah sendiri	Arah lawan		Nilai dasar S_o	Faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan S				
										Semua tipe				Tipe P						
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RTO			F CS	F SF	F G	F P	F RT	F LT					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	13	14	(15)	16	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
U	1	P	0,26	-	0,39	290	-	4,3	2580	0,83	0,90	1	1	1,101	1	2122	845	0,40	0,71	41
T	2	P	0,29	-	0,21	190	-	4,0	2400	0,83	0,88	1	1	1,055	1	1845	765	0,41	0,74	42
S	3	P	-	0,04	0,39	260	-	6,6	3960	0,83	0,91	1	1	1,101	1	3293	738	0,22	0,40	23
B	4	P	0,44	-	0,15	124	-	3,4	2040	0,83	0,90	1	1	1,039	1	1580	539	0,34	0,61	35

Waktu hilang total
LTI (det) = 19

Waktu siklus pra penyesuaian c_{ua} (det) = 76,14
Waktu siklus disesuaikan c (det) = 76

IFR = ΣFR_{CRIT} = 0,56

Lampiran 41 Perhitungan kapasitas dan panjang antrian hari Sabtu siang

Pukul 13.00-14.00 WIB				*Tanggal : 20 Juni 1998*			*Engineer : Jaya & Amin*			
Formulir SIG-V : KAPASITAS				*Kota : DI Yogyakarta*			*Periode : Jam sibuk siang*			
PANJANG ANTRIAN				*Simpang : Pingit*			*Soal : 4 fase*			
Kode pen dekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapa sitas smp/jam C= Sxg/c	Derajat keje nuhan DS = Q/C	Waktu hijau detik g	Waktu siklus detik c	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)			
							NQ_1	NQ_2	$NQ = NQ_1 + NQ_2$	NQ_{max} POL =5%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	845	1145	0,74	41	76	0,54	0,,90	13,65	14,56	
T	765	1020	0,75	42	76	0.55	0,99	12,34	13,34	
S	738	997	0,74	23	76	0,30	0,92	14,00	14,92	
B	539	728	0,74	35	76	0,46	0,92	9,32	10,24	
LTOR (semua) = 1083 smp Arus total Qtot = 3970 smp										