TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT PELAYANAN JARINGAN JALAN DARI PERSIMPANGAN SEKIP SAMPAI PERSIMPANGAN TERBAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

DISUSUN OLEH:

ENDRO SUSILO
No. Mhs. : 94 310 147
NIRM : 940051013114120146

UNIADI MANGIDI
No. Mhs. : 94 310 249
NIRM : 940051013114120243

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

2000

TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT PELAYANAN JARINGAN JALAN DARI PERSIMPANGAN SEKIP SAMPAI PERSIMPANGAN TERBAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka Memperoleh Gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Disusun Oleh :

ENDRO SUSILO
No. Mhs. : 94 310 147
NIRM : 940051013114120146

UNIADI MANGIDI
No. Mhs. : 94 310 249
NIRM : 940051013114120243

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

2. Bapak Ir. H. Suharyatmo, M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. H. Munadhir, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Seluruh staff pengajar dan karyawan non-edukatif di Jurusan Teknik Sipil FTSP UII.
5. Ayahanda, Bunda, dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendoa, dan memotivasi.
6. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu penyusunan laporan ini.

Karena bantuan merekalah, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik mungkin.

Penyusun yakin bahwasannya Tugas Akhir ini jauh dari suatu kesempurnaan, tentunya masih terdapat kekeliruan dan kekurangan. Oleh karenanya, penyusun menyampaikan permohonan maaf dan sekaligus mengharapkan kritik yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat seoptimal mungkin.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2005

Penyusun

TUGAS AKHIR

EVALUASI TINGKAT PELAYANAN JARINGAN JALAN DARI PERSIMPANGAN SEKIP SAMPAI PERSIMPANGAN TERBAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

ENDRO SUSILO
No. Mhs. : 94 310 147
NIRM : 940051013114120146

UNIADI MANGIDI
No. Mhs. : 94 310 249
NIRM : 940051013114120243

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Subarkah, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 04-05-2000

Ir. Sukarno, SU

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 5-5-2000

Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Ayahanda dan Ibunda tercinta
yang selalu memberi do'a dan restu dalam setiap langkah
dan cita-citaku

Puji syukur kehadirat Allah SWT
atas segala ilmu, akal dan hidayah-Nya

Terima kasih kepada :
Semua sahabatku dan rekan-rekan seprofesi Kelas D '94

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar tanpa hambatan yang cukup berarti.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat dalam rangka menempuh jenjang Strata Satu (S - 1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Bapak Ir. Subarkah, MT., selaku dosen pembimbing I dan penguji Tugas Akhir
2. Bapak Ir. Sukarno, SU., selaku dosen pembimbing II dan penguji Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Corry Ya'cob, MS., selaku dosen penguji Tugas Akhir
4. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
5. Bapak Ir. Tadjuddin BM. Aris, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
6. Segenap staf seksi Lalulintas Dinas Lalulintas dan Angkutan Jalan Raya beserta segenap staf DLLAJR Kodya Yogyakarta
7. Segenap staf Biro Pusat Statistik Propinsi D.I. Yogyakarta

8. Segenap staf Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
9. Rekan-rekan seprofesi dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan saran untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan karena terbatasnya kemampuan pengetahuan dan literatur yang kami gunakan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan bagi kesempurnaan dan kemajuan ilmu transportasi khususnya di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Akhir kata, harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Billahittaufiq wal hidayah

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2000

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan ii
Halaman Persembahan iii
Kata Pengantar iv
Daftar Isi v
Daftar Tabel vi
Daftar Gambar vii
Daftar Notasi viii
Daftar Lampiran xiv
Intisari xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Umum 1
1.2 Latar Belakang 2
1.3 Tujuan dan Manfaat 3
1.3.1 Tujuan 3
1.3.2 Manfaat 3
1.4 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arus Lalulintas 5
2.2 Kapasitas Jalan 5
2.3 Tingkat Pelayanan 7
2.4 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Persimpangan 7
2.4.1 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi 7
2.4.2 Kapasitas Persimpangan 8
2.4.3 Tingkat Pelayanan Persimpangan 9
2.5 Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal 12
2.5.1 Tinjauan Menurut HCM 1994 13
2.5.2 Tinjauan Menurut MKJI 1997 35
2.6 Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal 46
2.6.1 Penentuan Kapasitas 46
2.6.2 Perilaku Lalulintas 57
2.7 Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan untuk Ruas Jalan 60
2.7.1 Studi Waktu Perjalanan 60
2.8 Gerakan Belok Pada Persimpangan 62
2.9 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang 64
2.10 Lampu Lalulintas 65
2.10.1 Fungsi Lampu Lalulintas 65
2.10.2 Ciri- Ciri Fisik Lampu Lalulintas 66
2.10.3 Lokasi Lampu Lalulintas 66
2.10.4 Pengoperasian Lampu Lalulintas 67
2.10.5 Perencanaan Fase Lampu Lalulintas 68

2.11 Perhitungan BOK dengan Metode TRRL.....69
2.11.1 Faktor – Faktor BOK.....70
2.11.2 Parameter Fisik Jalan (*Types of Road*).....70
2.11.3 Tipe Kendaraan dan Spesifikasinya.....73
2.11.4 Batas – Batas Pemakaian BOK.....76
2.11.4.1 Kecepatan Kendaraan.....76
2.11.4.2 Pemakaian Bahan Bakar.....78
2.11.4.3 Pemakaian Bahan Pelumas.....79
2.11.4.4 Perawatan Kendaraan.....80
2.11.4.5 Pemakaian Ban Kendaraan.....83
2.11.4.6 Penyusutan Harga Kendaraan.....85
2.11.4.7 Jam Kerja Awak.....86

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data.....88
3.1.1 Primer.....88
3.1.2 Sekunder.....88
3.2 Lokasi Observasi.....89
3.3 Tahapan Evaluasi.....89
3.4 Pelaksanaan Observasi pada Persimpangan.....90
3.4.1 Instrumen Observasi.....90
3.4.2 Pengukuran Geometrik Jalan dan Persimpangan.....90
3.4.3 Pencacahan Arus Lalulintas.....91
3.4.4 Pencatatan Lama Fase Lampu Isyarat Lalulintas.....92
3.5 Pelaksanaan Observasi pada Ruas Jalan.....93
3.5.1 Instrumen observasi.....93
3.5.2 Pencacahan Arus dan Waktu Tempuh.....93
3.6 Reduksi Data.....94
3.7 Analisis.....95
3.7.1 Analisis Tingkat Pelayanan pada Persimpangan Bersinyal.....95
3.7.1.1 Langkah - Langkah Analisis HCM 1994.....95
3.7.1.2 Langkah - Langkah Analisis MKJI 1997.....105
3.7.2 Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal.....122
3.7.3 Analisis Tingkat Pelayanan Ruas Jalan.....125
3.7.4 Analisis BOK dengan Metode TRRL.....126

BAB IV HASIL SURVEI, PERHITUNGAN DAN PEMECAHAN MASALAH

4.1 Hasil Survei.....134
4.1.1 Hasil Survei Volume Lalulintas Persimpangan.....134
4.1.2 Hasil Survei Volume Lalulintas Ruas Jalan.....139
4.1.3 Hasil Survei Geometrik Persimpangan.....140
4.1.4 Hasil Survei Lampu Lalulintas.....142
4.2 Hasil Perhitungan.....143
4.2.1 Hasil Perhitungan Persimpangan Sekip dan Terban.....143
4.2.2 Hasil Perhitungan Persimpangan SMU 6.....143
4.2.3 Hasil Perhitungan Ruas Jalan serta BOK nya.....143

4.3 Pemecahan Masalah..... 144

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 150
5.2 Saran 152

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria tingkat pelayanan simpangan bersinyal....11
Tabel 2.2 Kriteria tingkat pelayanan simpang tak bersinyal....12
Tabel 2.3 Kriteria tingkat pelayanan ruas jalan....12
Tabel 2.4 Parameter dalam penentuan tingkat pelayanan....14
Tabel 2.5 Hubungan antara tipe kedatangan dan rasio *platoon*....17
Tabel 2.6 Tipe kelompok lajur....19
Tabel 2.7 Faktor penggunaan lajur....20
Tabel 2.8 Faktor penyesuaian lebar lajur....22
Tabel 2.9 Faktor penyesuaian kendaraan berat 22
Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kemiringan jalan....23
Tabel 2.11 Faktor penyesuaian kondisi parkir....23
Tabel 2.12 Faktor penyesuaian akibat blokade bis....23
Tabel 2.13 Faktor penyesuaian tipe daerah....24
Tabel 2.14 Faktor penyesuaian belok kanan....24
Tabel 2.15 Faktor penyesuaian belok kiri....26
Tabel 2.16 *Through-car equivalent (E_{LT}) for permitted LT*....29
Tabel 2.17 *Uniform Delay (d_1) Adjustment Factor (DF)*....33
Tabel 2.18 Parameter dalam penentuan tingkat pelayanan....36
Tabel 2.19 Waktu antar hijau....37
Tabel 2.20 Ringkasan variabel variabel masukan model kapasitas....47
Tabel 2.21 Nilai emp kendaraan pada simpang tak bersinyal....48
Tabel 2.22 Nilai normal faktor k....49
Tabel 2.23 Hubungan lebar pendekat dengan jumlah lajur....52
Tabel 2.24 Kode tipe simpang....52
Tabel 2.25 Kapasitas dasar menurut tipe simpang....53
Tabel 2.26 Faktor penyesuaian lebar pendekat....53
Tabel 2.27 Faktor penyesuaian median jalan utama....54
Tabel 2.28 Faktor penyesuaian ukuran kota....54
Tabel 2.29 Tipe lingkungan jalan....55
Tabel 2.30 Faktor penyesuaian lingkungan jalan, hambatan samping,.... kendaran tak bermotor....55
Tabel 2.31 Faktor penyesuaian arus jalan minor....56
Tabel 2.32 Nilai smp untuk tiap kategori kendaraan Yogyakarta....65
Tabel 2.33 *Gross vehicle weight (GVW)* dan *power* 74
Tabel 2.34 Rasio Harga kendaraan....76
Tabel 2.35 Pemakaian minyak pelumas kendaraan per 1000 km....79
Tabel 2.36 Angka variabel taksiran pemakaian suku cadang dan jam tenaga kerja....82
Tabel 2.37 Angka variabel untuk komsumsi ban kendaraan....85
Tabel 2.38 Jam kerja awak rata-rata km per tahun....86
Tabel 2.39 Daftar harga komponen BOK....86
Tabel 4.1a Volume lalulintas terpadat pada persimpangan Sekip 135

Tabel 4.1b Volume lalulintas terpadat pada persimpangan Terban 135
Tabel 4.1c Volume lalulintas terpadat pada persimpangan SMU 6 135
Tabel 4.2a Faktor jam puncak (PHF) pada persimpangan Sekip 136
Tabel 4.2b Faktor jam puncak (PHF) pada persimpangan Terban..... .136
Tabel 4.3a Persentase kendaraan berat(%HV) pada persimpangan Sekip.....137
Tabel 4.3b Persentase kendaraan berat(%HV) pada persimpangan Terban.....138
Tabel 4.4a Jumlah penyebrang jalan pada persimpangan Sekip 138
Tabel 4.4b Jumlah penyebrang jalan pada persimpangan Terban 138
Tabel 4.5a Data trip waktu perjalanan ke Utara pada Jalan C. Simanjuntak. 139
Tabel 4.5b Data trip waktu perjalanan ke Selatan pada Jalan C. Simanjuntak.....139
Tabel 4.6a Lebar ruas jalan pada persimpangan Sekip.....140
Tabel 4.6b Lebar ruas jalan pada persimpangan Terban.....140
Tabel 4.6c Lebar ruas jalan pada persimpangan SMU 6 141
Tabel 4.7a Persentase kemiringan ruas jalan pada persimpangan Sekip 141
Tabel 4.7b Persentase kemiringan ruas jalan pada persimpangan Terban..... 142
Tabel 4.8a Waktu siklus lampu lalulintas pada persimpangan Sekip..... 142
Tabel 4.8b Waktu siklus lampu lalulintas pada persimpangan Terban 142

DAFTAR GAMBAR

No Gambar Halaman

2.1. Langkah kerja penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan (HCM 1994)..13
2.2. Langkah kerja penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan (MKJI 1997)..35
2.3. Variabel arus lalulintas.....49
2.4. Lebar rata-rata pendekat.....51
2.5. Konsumsi ban kendaraan pada mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan.....84
2.6. Konsumsi ban kendaraan pada mobil penumpang dan kendaraan angkut sedang dan berat.....84
3.1. Lokasi tes metode *Moving Car Observer*.....94
3.2. Lokasi pengamatan.....130
3.3. Posisi pengamat saat observasi.....131
3.4. *Flow Chart* metode evaluasi tugas akhir.....133
4.1. Kondisi lokasi penelitian.....146
4.2. Kondisi arus lalulintas rencana.....148

DAFTAR NOTASI

emp	= Ekivalen Mobil Penumpang
smp	= Satuan Mobil Penumpang
Type O	= Arus berangkat Terlawan
Type P	= Arus Berangkat Terlindung
LT	= Belok Kiri
LTOR	= Belok Kiri Langsung
ST	= Lurus
RT	= Belok Kanan
PRT	= Rasio Belok Kanan
Q	= Arus Lalulintas
S	= Arus Jenuh
So	= Arus Jenuh Dasar
DS	= Derajat Kejenuhan
IFR	= Rasio Arus Simpang
PR	= Rasio Fase
D	= Tundaan
fLT	= Faktor Penyesuaian
QL	= Panjang Antrian
NQ	= Antrian
NS	= Angka Henti
WA	= Lebar Pendekat
WMASUK	= Lebar Masuk
WKELUAR	= Lebar Keluar
WLTOR	= Lebar Kiri Langsung
We	= Lebar Efektif
L	= Jarak
Grad	= Landai Jalan
COM	= Komersial
RES	= Pemukiman
RA	= Akses Terbatas
CS	= Ukuran Kota
SF	= Hambatan Samping
i	= Fase
c	= Waktu Siklus
g	= Waktu Hijau
ALL RED	= Waktu Merah Semua
AMBER	= Waktu Kuning
IG	= Antar Hijau
LTI	= Waktu Hilang
V	= Kecepatan Tempuh
FV	= Kecepatan Arus Bebas
TT	= Waktu Tempuh

WC	= Lebar Jalur Lalulintas (m)
Wce	= Lebar Jalur Efektif
WK	= Jarak Penghalang Kereb
WS	= Lebar Bahu
Wse	= Lebar Bahu Efektif
SFC	= Kelas Hambatan Samping
LV	= Kendaraan Ringan
HV	= Kendaraan Berat
MC	= Sepeda Motor
UM	= Kendaraan Tak Bermotor
SP	= Pemisah Arah
p	= Rasio
FCw	= Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalulintas
FCSP	= Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah
FCSF	= Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping
FCCS	= Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota
FSMP	= Fakktor smp
k	= Faktor LHRT
QDH	= Arus Jam Rencana
FVO	= Kecepatan Arus Bebas Dasar
FVW	= Penyesuaian Kecepatan untuk Lebar Jalur Lalulintas
FFVSF	= Faktor Penyesuaian Kecepatan untuk Hambatan Samping
FFvCS	= Faktor Penyesuaian Kecepatan untuk Ukuran Kota
M	= Jumlah Kendaraan Berlawanan Arah (*Opposing*)
O	= Jumlah Kendaraan Menyiap (*Overtake*)
P	= Jumlah Kendaraan yang Disiap (*Passing*)
T	= Waktu Temppuh Perjalanan
d!	= Waktu Tundaan Seragam (*Uniform delay*)
d2	= *Incremental delay*
d	= Tundaan Berhenti Simpang (*Intersection Stopped Delay*)
D	= Tundaan Total Simpang

DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran	Halaman
1	Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Sekip dengan Metode HCM 1994	154 - 158
2	Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Terban dengan Metode HCM 1994	159 - 163
3	Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Sekip dengan Metode MKJI 1997	164 - 167
4	Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Terban dengan Metode MKJI 1997	168 - 171
5	Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal SMU 6 dengan Metode MKJI 1997	172 - 173
6	AnalisisTingkat Pelayanan Ruas Jalan C. Simanjuntak.....	174
7	Analisis PerencanaanTingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Sekip dengan Metode HCM 1994	175 - 179
8	AnalisisPerencanaan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Terban dengan Metode HCM 1994	180 - 184
9	Analisis Perencanaan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Sekip dengan Metode MKJI 1997	185 - 186
10	Analisis Perencanaan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Terban dengan Metode MKJI 1997	187 - 188
11	Analisis Perencanaan Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal SMU 6 dengan Metode MKJI 1997	189 - 190
12	Analisis Perencanaan Ruas Jalan C. Simanjuntak dengan Metode MKJI 1997	191
13	Analisis Pemecahan Masalah dengan Pengaturan Lampu Lalulintas dan Perubahan Arah Arus	192
14	Data Observasi Waktu Perjalanan Ruas jalan C. Simanjuntak	193 - 196
15	Kurva-kurva Metode Penelitian Untuk Simpang Bersinyal (MKJI 1997)	197 - 201

INTISARI

Kondisi jaringan jalan yang terdiri dari simpang Terban dan simpang Sekip yang dihubungkan dengan ruas Jalan C. Simanjuntak serta simpang tak bersinyal SMU 6 merupakan jaringan jalan dalam kota yang cukup sibuk terutama pada jam-jam puncak, sehingga seringkali menimbulkan kemacetan. Hal ini terjadi karena jaringan jalan tersebut merupakan daerah pertokoan, sekolah dan perkantoran, besarnya jumlah arus lalulintas yang tidak sebanding dengan kapasitas jaringan. Sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap jaringan jalan tersebut agar dapat memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik serta memecahkan permasalahan yang ada.

Dalam menganalisis jaringan jalan tersebut digunakan metode MKJI 1997 dan HCM 1994 untuk simpang bersinyal. Untuk simpang tak bersinyal SMU 6 digunakan metode MKJI 1997. Untuk ruas jalan digunakan metode moving car observer dan untuk analisis tingkat pelayanan digunakan metode HCM 1994.

Hasil analisis MKJI 1997 untuk simpang bersinyal Terban didapat tingkat pelayanan F dengan tundaan sebesar 390,562 detik/kend, untuk simpang Sekip didapat tingkat pelayanan F dengan tundaan sebesar 307,23 detik/kend. Hasil analisis HCM 1994 untuk simpang Terban didapat tingkat pelayanan F dengan tundaan sebesar 743,814 detik/kend, untuk simpang Sekip didapat tingkat pelayanan F dengan tundaan sebesar 1251,359 detik/kend. Hasil analisis MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal SMU 6 masih cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari tingkat pelayanannya masuk kategori C dengan tundaan sebesar 11,155 detik/kend. Hasil analisis ruas Jalan C. Simanjuntak didapat tingkat pelayanan F dengan kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 2,683 km/jam.

Untuk memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik pada jaringan tersebut maka dilakukan dengan pendekatan manajemen lalulintas yaitu pengaturan arah arus, dengan memberlakukan arus satu arah yaitu hanya arus ke Selatan saja, larangan parkir pada masing-masing kaki simpang sejauh 80 m dari mulut simpang dan pengaturan kembali cycle time yaitu dari waktu siklus 112 detik ke 89 detik untuk simpang Sekip dan waktu siklus 99 detik ke waktu siklus 42 detik. Dari hasil analisis ini diperoleh tingkat pelayanan E dengan tundaan sebesar 42,50 detik/kend untuk simpang Terban, untuk simpang Sekip diperoleh tingkat pelayanan D dengan tundaan sebesar 8,58 detik/kend. dan untuk simpang tak bersinyal SMU 6 diperoleh tingkat pelayanan B dengan tundaan sebesar 7,41 detik/kend, sedangkan untuk ruas jalan diperoleh tingkat pelayanan C dengan kecepatan sebesar 16,08 km/jam.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Umum

Kebutuhan akan perpindahan dalam suatu masyarakat, baik berupa barang maupun orang menimbulkan pengangkutan yang terus meningkat bersamaan dengan meningkatnya aktivitas masyarakat yang bersangkutan. Dengan demikian jaringan jalan sebagai tempat bergeraknya lalulintas, dituntut untuk mengikuti sesuai dengan perkembangan lalulintas yang bersangkutan sekaligus juga mengikuti perkembangan masyarakat.

Seperti kita ketahui di Indonesia pada umumnya perkembangan dan pertumbuhan kota, terutama kota-kota besar sangat pesat pertumbuhannya. Hal ini adalah merupakan salah satu indikasi dari perkembangan ekonomi regional dan nasional Indonesia dewasa ini. Semakin besar perkembangan aktivitas masyarakat dan perkembangan ekonomi masyarakat, mempunyai dampak terhadap bertambah banyaknya pengguna jalan, sehingga jalur jalan sebagai tempat bergeraknya kendaraan dituntut untuk mengikuti perkembangan lalulintas yang terjadi.

Volume lalulintas berkaitan dengan kapasitas, selanjutnya kapasitas jalan berhubungan dengan kualitas operasional jalan yang dinyatakan dalam

tingkat pelayanan. Kapasitas dan tingkat pelayanan jaringan jalan dievaluasi untuk mengetahui kondisi operasional jaringan jalan yang dapat digunakan sebagai pertimbangan seperti perbaikan geometrik persimpangan, pengaturan lalulintas dan pengaturan lampu isyarat lalulintas.

1.2 Latar Belakang

Pertumbuhan lalulintas yang terus meningkat, yang tidak sebanding dengan pertumbuhan jaringan jalan dan penyalahgunaan fungsi jalan, misalnya sebagai tempat parkir, berpangkalnya pedagang kaki lima dan sebagainya akan menyebabkan kapasitas jaringan jalan tersebut cenderung tidak mampu menampung arus lalulintas.

Sistem jaringan transportasi perkotaan mencakup jaringan jalan dengan beberapa kondisi yang diperlukan seperti persimpangan dan ruas jalan. Sehubungan dengan hal tersebut, dipilih lokasi pengamatan dari persimpangan Sekip dan persimpangan Terban yang merupakan suatu persimpangan yang dihubungkan oleh ruas Jalan C. Simanjuntak yang masih perlu diperbaiki untuk meningkatkan tingkat pelayanan sehingga dapat mengurangi permasalahan lalintas di wilayah Yogyakarta.

Permasalahan lalulintas yang terjadi dapat menyebabkan kemacetan dan keterlambatan pada kendaraan, yang berarti bertambahnya biaya operasional kendaraan serta bertambah besarnya kemungkinan terjadi kecelakaan. Masalah yang timbul akan sangat terasa pada jam-jam sibuk, sehingga perlu dievaluasi untuk kemudian dicari alternatif pemecahannya.

Untuk evaluasi jaringan jalan sudah banyak dilakukan, namun khusus jaringan pada persimpangan Sekip sampai persimpangan Terban dengan memperhitungkan biaya operasi kendaraan, belum pernah dilakukan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir

1.3.1 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. untuk mengevaluasi manajemen lalulintas pada jaringan jalan dari persimpangan Sekip sampai persimpangan Terban dengan berpedoman pada tingkat pelayanan
2. memberikan alternatif atau solusi manajemen lalulintas dengan berpedoman pada tingkat pelayanan.

1.3.2 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat tugas akhir ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan arus lalulintas dari persimpangan Sekip dan persimpangan Terban yang dihubungkan oleh ruas Jalan C. Simanjuntak, untuk :

1. memperoleh suatu penanganan arus lalulintas dengan fasilitas jalan (lampu lalulintas, marka, rambu-rambu lalulintas) yang sesuai dengan kondisi lalulintas yang ada, sehingga dapat melayani arus lalulintas yang melewatinya dan mengatasi hambatan pergerakan lalulintas saat ini dan yang akan datang
2. meningkatkan keamanan dan kenyamanan pemakai jalan, dan
3. menghemat biaya operasi kendaraan akibat perjalanan yang pendek.

Sehingga pada waktu mendatang akan memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pemakai jalan dalam arti aman, nyaman dan ekonomis

1.4 Batasan Masalah

Guna memperjelas berbagai permasalahan dan memudahkan dalam menganalisis maka dibuat batasan-batasan masalah seperti berikut :

1. lokasi penelitian adalah pada jaringan jalan antara persimpangan Sekip sampai dengan persimpangan Terban yang dihubungkan oleh ruas Jalan C. Simanjuntak serta simpang tak bersinyal SMU 6,
2. evaluasi tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal dengan menggunakan metode HCM 1994 dan MKJI 1997,
3. evaluasi tingkat pelayanan simpang tak bersinyal dengan menggunakan metode MKJI 1997,
4. evaluasi tingkat pelayanan untuk ruas jalan dengan metode HCM 1994,
5. analisis biaya operasi kendaraan dengan menggunakan metode TRRL,
6. pemecahan masalah dengan pendekatan manajemen lalulintas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arus Lalulintas

Arus lalulintas yaitu jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam (Qkend), smp/jam (Qsmp) atau LHRT (Lalulintas Harian Rata-rata Tahunan).

2.2 Kapasitas Jalan

Menurut HCM 1994, pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu penampang jalan atau ruas jalan yang seragam selama waktu tertentu pada kondisi jalan, lalulintas, dan kontrol yang ada.

Kapasitas suatu ruas jalan dapat dilakukan dengan dua pengukuran yaitu :

1. Pengukuran kuantitas, yaitu pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu ruas jalan atau jalur jalan dalam melayani lalulintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu.

   Pengukuran kuantitas dibagi tiga, meliputi :

a. kapasitas dasar (*basic capacity*) yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan atau ruas jalan selama satu jam pada kondisi jalan dan lalulintas yang paling mendekati ideal.

b. kapasitas yang mungkin (*possible capacity*) yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau ruas 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 ruas jalan selama satu jam dengan kepadatan lalulintas yang cukup besar, yang dapat menyebabkan perlambatan yang berarti bagi kebebasan pengemudi kendaraan melakukan gerakan pada kondisi jalan dan lalulintas yang berlaku saat itu.

Adapun pengertian kondisi ideal secara umum yaitu :

1. Arus lalulintas tidak terganggu, bebas dari gangguan samping atau pejalan kaki
2. Arus lalulintas hanya terdiri dari mobil penumpang
3. Lebar lajur minimal 3,6 meter (12 *feet*)
4. Lebar bahu jalan minimal 1,8 meter (6 *feet*)
5. Jalan datar, lapang sedemikian sehingga alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal memenuhi kecepatan 120 km/jam dengan jarak pandangan menyiap yang cukup untuk jalan dua jalur dan tiga jalur.

2. Pengukuran kualitas, yaitu pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu jalan dalam melayani lalulintas yang dicerminkan oleh kecepatan yang dapat ditempuh serta besarnya tingkat gangguan arus lalulintas di jalan tersebut.

Pengukuran kualitas tingkat pelayanan melibatkan beberapa faktor, yaitu :

a. kecepatan dan waktu perjalanan
b. gangguan lalulintas
c. keleluasaan bergerak
d. keamanan pengemudi terhadap kecelakaan/keselamatan
e. kenyamanan
f. biaya operasi kendaraan.

2.3 Tingkat Pelayanan (*Level of Service*)

Tingkat pelayanan merupakan ukuran kualitas kondisi operasional yang terjadi pada suatu jalan atau jalur jalan sewaktu jalan tersebut melayani berbagai macam volume lalulintas.

Tujuan pembangunan jalan adalah menampung tuntutan lalulintas dengan kualitas pelayanan yang dapat diterima, adapun kualitas pelayanan dicerminkan oleh enam faktor pengukur tingkat pelayanan.

2.4 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan

2.4.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan

Menurut *Oglesby* dan *Hicks* (1982), yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan adalah :

1. Kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran atau dimensi lebar jalan, kondisi parkir, dan jumlah jalur.
2. Kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada persimpangan.
3. Karakteristik gerakan lalulintas, yaitu gerakan membelok dari kendaraan.
4. Karakteristik lalulintas kendaraan berat, yaitu jumlah truk dan bus yang melewati persimpangan.

Menurut *Salter* (1980) kapasitas pertemuan jalan sebidang berlampu lalulintas dipengaruhi dua faktor utama, yaitu :

1. Faktor jalan dan keadaan lingkungan, yang terdiri dari bentuk fisik mulut jalan, terutama lebar jalan, jari-jari lintasan ke kiri dan ke kanan serta kelandaian mulut jalan.
2. Faktor lalulintas berupa pengaruh berbagai tipe kendaraan terhadap keseluruhan arus lalulintas pada mulut jalan, diperhitungkan dengan membandingkan terhadap suatu mobil penumpang yang biasanya disebut smp (satuan mobil penumpang).

2.4.2 Kapasitas Persimpangan

Menurut HCM 1994, kapasitas pendekat persimpangan adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalulintas, kondisi jalan dan kondisi isyarat lampu lalulintas. Interval waktu yang digunakan untuk analisa kapasitas adalah 15 menit dengan pertimbangan sebagai interval waktu terpendek selama arus stabil. Anggapan

yang dipakai definisi ini adalah bahwa kondisi perkerasan jalan dan cuaca sangat baik.

Kapasitas pada persimpangan didasarkan pada konsep dan angka arus aliran jenuh (*saturation flow*). Angka *saturation flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekat persimpangan menurut kontrol lalulintas yang berlaku (*prevailing*) dan kondisi jalan. *Saturation flow* bernotasi dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada lampu hijau.

2.4.3 Tingkat Pelayanan persimpangan

Menurut HCM 1994, tingkat pelayanan pada persimpangan yang menggunakan lampu pengatur lalu lintas dihubungkan dengan lama waktu penundaan (*delay*). *Delay* merupakan ukuran dari kegelisahan pengemudi, tingkat frustasi pengemudi, kebutuhan bahan bakar kendaraan dan waktu perjalanan yang hilang. Kriteria tingkat pelayanan ditetapkan dalam bentuk rata-rata waktu berhenti (*average stopped delay*) tiap kendaraan dalam periode analisis selama 15 menit.

Menurut HCM 1994, hubungan antara tingkat pelayanan dan waktu tertunda dapat digolongkan dalam beberapa tingkat pelayanan, seperti berikut ini.

1. Tingkat Pelayanan A

   Menggambarkan pengoperasian penundaan sangat rendah kurang dari 0,5 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi jika gerak maju kendaraan sangat menguntungkan dan kebanyakan kendaraan yang datang pada fase hijau tidak berhenti sama sekali. Panjang putaran yang terjadi juga dapat mengurangi waktu penundaan.

2. Tingkat Pelayanan B

Menggambarkan pengoperasian penundaan sangat rendah dalam interval 5,1 – 15 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi dengan adanya gerak maju kendaraan yang baik atau waktu putar yang pendek dan kendaraan yang berhenti lebih banyak dari tingkat pelayanan A yang menyebabkan tingkat penundaan rata-rata lebih tinggi.

3. Tingkat Pelayanan C

Menggambarkan tingkat pengoperasian penundaan yang lebih tinggi dalam interval 15,1 – 25 detik tiap kendaraan. Hal ini disebabkan oleh gerak maju kendaraan yang sedang saja dan panjang putaran yang lama.

4. Tingkat Pelayanan D

Menggambarkan pengoperasian dengan penundaan kisaran waktu 25,1 – 40 detik tiap kendaraan. Pengaruh kemacetan sudah terlihat jelas. Penundaan yang lebih lama, mungkin disebabkan oleh kombinasi dari gerak maju yang tidak menguntungkan, waktu putaran yang lama atau perbandingan V/C yang tinggi. Banyak kendaraan yang berhenti dan sebagian kendaraan yang tidak berhenti jumlahnya menurun serta kegagalan individu mulai terlihat.

5 Tingkat Pelayanan E

Menggambarkan pengoperasian dengan penundaan kisaran waktu 40,1 – 60 detik tiap kendaraan dan dianggap sebagai batas penundaan yang dapat diterima. Nilai tersebut menunjukkan gerak maju tiap kendaraan yang tidak baik, waktu putaran yang panjang dan perbandingan V/C yang tinggi serta kemacetan individual terjadi.

6. Tingkat Pelayanan F

Menggambarkan tingkat pengoperasian dengan penundaan lebih dari 60 detik tiap kendaraan. Ini dianggap sebagai penundaan yang tidak dapat diterima oleh pengemudi. Kondisi tersebut sering terjadi bersamaan dengan keadaan terlalu jenuh, yaitu pada saat angka arus kedatangan melebihi kapasitas persimpangan jalan. Hal ini terjadi pada perbandingan V/C yang lebih dari 1 dengan beberapa kemacetan individual. Gerak maju kendaraan yang tersendat dan waktu putaran yang panjang adalah penyebab utama dari tingkat penundaan yang demikian.

Untuk menetapkan tingkat pelayanan pertemuan jalan berlampu lalulintas, tak berlampu lalulintas dan ruas jalan, dapat dilihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2.1. Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Waktu Tunggu Kendaraan (det/kend.)
A	≤ 5,0
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	> 60,0

Sumber : HCM 1994

Tabel 2.2. Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan Tak Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Waktu Tunggu Kendaraan (det/kend.)
A	≤ 5,0
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	> 60,0

Sumber : HCM 1994

Tabel 2.3. Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Ruas Jalan

Tingkat Pelayanan (LOS)	**Kecepatan Perjalanan Rata-rata (MPH)**		
	Jalan Kelas I	**Jalan Kelas II**	**Jalan Kelas III**
A	≥ 35	≥ 30	≥ 25
B	≥ 28	≥ 24	≥ 19
C	≥ 22	≥ 18	≥ 13
D	≥ 17	≥ 14	≥ 9
E	≥ 13	≥ 10	≥ 7
F	< 13	< 10	< 7

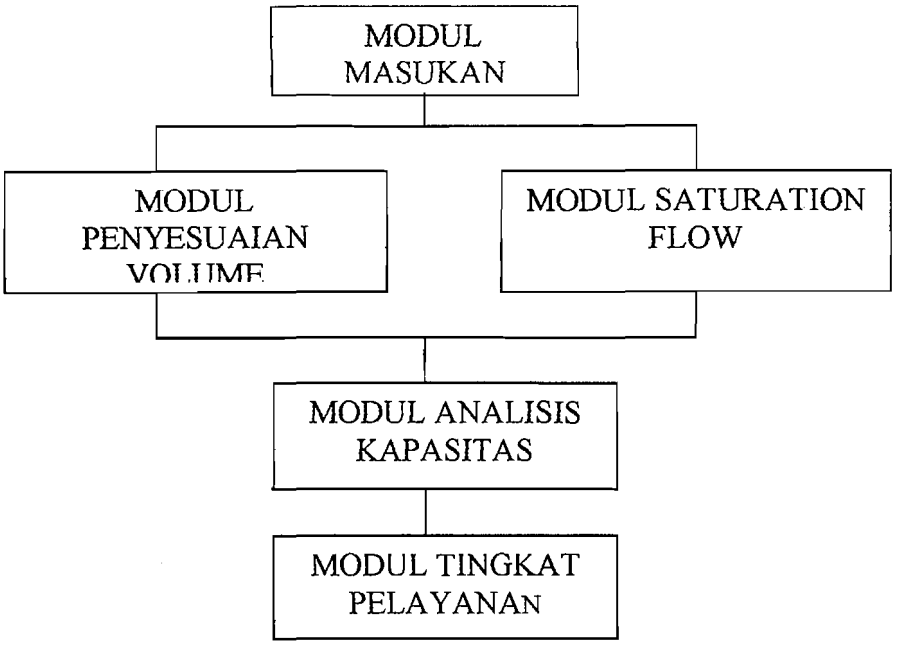
Sumber : HCM 1994

2.5 Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal

Dalam menetapkan tingkat pelayanan persimpangan ini digunakan dua tinjauan (HCM 1994 dan MKJI 1997), yaitu :

2.5.1. Tinjauan menurut HCM 1994

Tingkat pelayanan persimpangan menurut HCM 1994 menguraikan dalam 5 modul, sesuai dengan Gambar 2.1. sebagai berikut :



Gambar 2.1. Langkah Kerja Penetapan Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan
Sumber : HCM 1994

1. Modul Masukan

   Modul ini menggambarkan kondisi geometrik, kondisi lalulintas dan kondisi isyarat lampu lalulintas. Parameter dari ketiga kondisi tersebut tercantum dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Parameter dalam Penentuan Tingkat Pelayanan

Kondisi	Parameter	Simbol
1. Geometrik	Jenis area (lokasi)	CBD atau lainnya
	Jumlah lajur	N
	Lebar jalur, ft	W
	Kemiringan, %	Naik (+), turun (-)
	Panjang *Storage Bay*	Ls
	Kondisi parkir	Y atau N
2. Lalulintas	Volume gerakan, ktj	Vi
	Faktor jam puncak	PHF
	% kendaraan berat	%HV
	Nilai aliran konflik pejalan kaki, peds/j	PEDS
	Jumlah bus lokal berhenti	Nb
	Aktifitas parkir, gerakan parkir/jam	Nm
	Tipe kedatangan	
3. Lampu Isyarat Lalulintas	Panjang siklus, detik	C
	Waktu hijau, detik	Gi
	Actuated / premited	A atau P
	Tombol penyeberangan	Y atau N
	Hijau minimum penyebrang	Gp

Sumber : HCM 1994

Volume kendaraan pada persimpangan dispesifikasikan berdasarkan tiap gerakan pada masing-masing lajur pendekat. Jenis distribusi kendaraan dihitung sebagai persen kendaraan berat (% HV) untuk tiap gerakan. Menurut HCM 1994 kendaraan berat adalah kendaraan dengan lebih dari 4 buah roda yang menyentuh lapis perkerasan seperti bus, truk dan mobil gandengan.

Aliran pejalan kaki yang diperhatikan adalah aliran pejalan kaki yang mengganggu kendaraan belok kiri dari pendekat. Misalnya pendekat menghadap ke Barat (*west bound*) memperhatikan arus penyeberang jalan pada bagian Selatan persimpangan.

Aktifitas parkir diukur dalam jumlah gerakan parkir tiap jam sepanjang lajur sampai jarak 250 *feet* (76,2 meter) dari pertemuan jalan. Jika persimpangan tidak mempunyai tombol pengatur penyeberang (*pedestrian push button*), maka waktu hijau minimum untuk pejalan kaki dihitung dengan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$Gp = 7{,}0 + (w/4{,}0) - Y \quad \text{.....(2.1)}$$

dengan :

Gp = Waktu hijau minimum (detik),

w = Jarak dari pinggir jalan ke pusat tepi pada jalan yang diseberangi Atau jarak paling dekat dengan pulau perlindungan pejalan kaki (detik),

Y = Perubahan interval (Waktu kuning + *ALL RED*).

Untuk operasi nyala lampu lalulintas *actuated* harus mengamati kondisi di lapangan rata-rata panjang siklus dan waktu hijau pada periode yang sama, sedang untuk *pretimed* panjang siklus dan waktu periode tetap.

Menetapkan tipe kedatangan dimaksudkan untuk mengukur kualitas gerak maju pada pendekat, terdapat enam tipe kedatangan seperti berikut ini.

a. Tipe 1, merupakan kondisi iring-iringan padat yang datang pada persimpangan saat mulai fase merah. Kondisi ini merupakan kondisi iring-iringan yang paling jelek.
b. Tipe 2, merupakan kondisi iring-iringan padat yang datang selama pertengahan fase merah. Kondisi ini lebih baik daripada tipe 1, tetapi masih merupakan kondisi iring-iringan yang buruk.
c. Tipe 3, mewakili kondisi kedatangan kendaraan yang sama sekali sembarang (*random*). Kondisi ini terjadi karena tidak ada koordinasi dengan signal yang berdekatan dan merupakan kondisi rata-rata.
d. Tipe 4, merupakan kondisi iring-iringan padat yang datang pada saat pertengahan fase hijau, atau iring-iringan kendaraan yang tidak padat datang pada seluruh fase hijau. Ini merupakan kondisi yang baik.
e. Tipe 5, merupakan kondisi iring-iringan padat yang datang saat mulai fase hijau. Ini merupakan kondisi iring-iringan yang paling baik.
f. Tipe 6, merupakan perkecualian kualitas gerak maju kendaraan pada pendekat dengan karakteristik gerak maju yang mendekati ideal. Kondisi ini menggambarkan gerakan maju iring-iringan yang sangat jarang.

Untuk menetapkan tipe kedatangan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Hubungan Antara Tipe Kedatangan dan Rasio iring-iringan

Tipe kedatangan	Rasio iring-iringan (Rp)	Nilai standar (Rp)	Kualitas gerak maju pada pendekat
1	< 0,50	0,333	Paling buruk
2	0,50 – 0,85	0,667	Buruk
3	0,85 – 1,15	1,000	Rata-rata
4	1,15 – 1,50	1,333	Baik
5	1,50 – 2,00	1,667	Paling baik
6	> 2,00	2,000	Perkecualian

Sumber : HCM 1994

Adapun untuk menghitung Rasio iring-iringan kendaraan digunakan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$Rp = P(C/g) \quad \ldots\ldots (2.2)$$

dengan :

Rp = Rasio iring-iringan kendaraan ,

P = Perbandingan kendaraan dalam gerakan kedatangan dari seluruh volume kelompok lajur saat fase hijau (%), diketahui berdasar hasil pengamatan di lapangan,

C = Panjang siklus (detik), dihitung berdasar waktu sinyal, dan

g = waktu hijau efektif untuk gerakan (detik), dihitung berdasar waktu sinyal

2. Modul Penyesuaian Volume

Dalam modul ini terdapat beberapa langkah sebagai berikut ini.

a. Menyesuaikan volume menjadi volume arus sibuk.

Volume kendaraan dalam satu jam diubah menjadi dalam tingkat arus sibuk selama 15 menit dengan cara membagi volume kendaraan dengan PHF, persamaan 2.3 adalah :

$$Vp = V/PHF \quad \ldots\ldots (2.3)$$

dengan:

Vp = Volume arus sibuk, dalam smp/jam,

V = Volume kendaraan tiap jam, dalam smp/jam, dan

PHF = *Peak Hour Factor* (faktor jam puncak),

dengan PHF dihitung dengan persamaan 2.4 sebagai berikut ini.

$$PHF = V/(4.Vm) \quad \ldots\ldots (2.4)$$

dengan :

V = Volume kendaraan 1 jam terpadat, dalam smp, dan

Vm = Volume kendaraan 15 menit terpadat, dalam smp.

b. Menetapkan kelompok lajur (*lane group*)

Lane group adalah satu atau lebih lajur pada persimpangan yang melayani satu atau lebih gerakan lalulintas. Petunjuk untuk menetapkan *lane group* adalah :

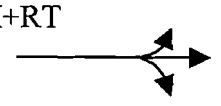
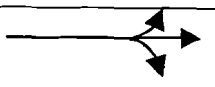
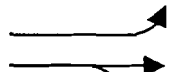
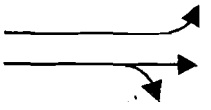
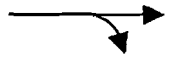
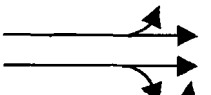
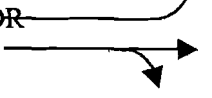
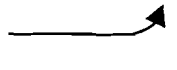
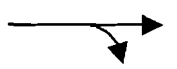
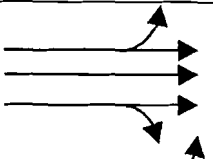
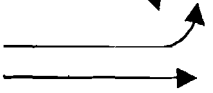
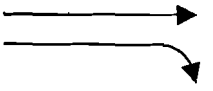
1.. Lajur belok eksklusif (*exclusive turn lane*) ditetapkan sebagai kelompok lajur yang terpisah (lajur khusus)

2. Lajur belok berbagi (*shared lane*) apabila satu kelompok lajur atau lebih dipergunakan untuk dua arah pergerakan yang berbeda tanpa pembagian lajur secara khusus.

3. Kelompok lajur tunggal (*single lane group*) yaitu jika dalam phase sama terdapat konflik kendaraan belok kanan dengan kendaraan menerus dari arah berlawanan untuk pendekat dengan lajur lebih dari satu.

Adapun tipe kelompok lajur untuk menganalisis dapat dilihat pada Tabel 2.6. berikut ini.

Tabel 2.6. Tipe Kelompok Lajur

Jumlah lajur menerus dalam kelompok lajur	**Jenis Gerakan pada Lajur**	**Kemungkinan Gerakan pada Kelompok Lajur**
1	LT+TH+RT 	1  Pendekat dengan lajur tunggal
2	EXC LT  TH+RT	2 
3	LT+TH  TH+RT 	1  OR 2 
3	EXC LT  TH  TH+RT	2  OR  3 

Sumber : HCM 1994

Keterangan :

EXC LT = Arah pergerakan belok kiri khusus/belok kiri jalan terus (*Exclusive Left Turn*)

LT = Arah pergerakan belok kiri (*Left Turn*)

TH = Arah pergerakan lurus (*Go Through*)

RT = Arah pergerakan belok kanan (*Right Turn*)

c. Menetapkan penyesuaian distribusi lajur

Jika pada *lane group* terdapat lebih dari 1 lajur maka jumlah arus lalulintas tersebut tidak akan terbagi sama, maka ada lajur yang menerima arus lebih dari lainnya.

Faktor penyesuaian distribusi lajur akan memperlihatkan arus pada lajur terberat tersebut dengan menyesuaikan arus dihitung dengan persamaan 2.5 berikut ini.

$$v = vg \times U \quad \ldots\ldots (2.5)$$

.dengan :

v = arus yang telah disesuaikan (smp/jam)

vg = arus yang belum disesuaikan (smp/jam)

U = faktor penggunaan jalan/utilitas, dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.7. Faktor Penggunaan Lajur

Jumlah lajur menerus dalam *group*	Faktor Penggunaan lajur U
1	1,00
2	1,05
3	1,10

Sumber : HCM 1994.

3. Modul Arus Jenuh (*Saturation Flow*)

Arus Jenuh (*Saturation Flow*) adalah arus kendaraan tiap jam yang dapat ditampung *lane group* pada saat lampu hijau. Arus jenuh dihitung pada tiap *lane group* dengan persamaan sebagai berikut :

$$S = S_0 . N . f_w . f_{HV} . f_g . f_p . f_{bb} . f_a . f_{RT} . f_{lt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.6)$$

dengan :

S = angka *saturation flow* pada *lane group* yang dimaksud menurut kontrol yang berlaku

S_0 = *saturation flow* ideal tiap lajur, besarnya 1900 smp/jam lampu hijau tiap lajur

N = jumlah lajur dalam *lane group*

f_w = faktor penyesuaian lebar jalur, Tabel 9-5 HCM 1994 berdasar lebar satu jalur

f_{hv} = faktor penyesuaian kendaraan berat, Tabel 9-6 HCM 1994 berdasar prosentase kendaraan berat yang melintas

f_g = faktor penyesuaian kemiringan jalan, Tabel 9-7 HCM 1994 berdasarkan kemiringan jalan dalam persen

f_p = faktor penyesuaian kendaraan parkir, Tabel 9-8 HCM 1994 berdasarkan jumlah gerakan kendaraan yang parkir tiap jam

f_{bb} = faktor penyesuaian akibat blokade bus, Tabel 9-9 HCM 1994 berdasar jumlah bus yang berhenti tiap jam

f_a = faktor penyesuaian tipe daerah, Tabel 9-10 HCM 1994 berdasar lokasi persimpangan itu berada

f_{rt} = faktor penyesuaian belok kanan, Tabel 9-12 HCM 1994 (setelah disesuaikan dengan lalulintas kiri)

f_{lt} = faktor penyesuaian belok kiri, Tabel 9-11 HCM 1994 (setelah disesuaikan dengan lalulintas kiri).

Faktor-faktor penyesuaian di atas digunakan untuk menyesuaikan arus jenuh (*saturation flow*) ideal pada kondisi geometrik, kondisi lalulintas dan kontrol yang berlaku. Nilai arus jenuh diharapkan akan sama dengan angka arus jenuh ideal jika kondisi lebar lajur minimum 12 *feet* (3,7 m), semua kendaraan adalah mobil penumpang, kondisi pendekat persimpangan datar, tidak ada kendaraan parkir, tidak ada pemberhentian bus (*bus blockage*), lokasi persimpangan terletak jauh dari daerah pusat perdagangan (CBD) dan semua kendaraan pada persimpangan bergerak lurus.

Tabel 2.8. Faktor Penyesuaian Lebar Lajur

Lebar lajur (ft)	8	9	10	11	12	13	14	15	16
faktor lebar lajur (fw)	0,867	0,900	0,933	0,967	1,000	1,033	1,067	1,100	1,133

Sumber : Tabel 9-5 HCM 1994

Tabel 2.9. Faktor Penyesuaian Kendaraan Berat

% KENDARAAN BERAT, %HV	FAKTOR KENDARAAN BERAT(Fhv)
0	1,000
2	0,930
4	0,962
6	0,943
8	0,926
10	0,909
15	0,870
20	0,833
25	0,800
(1)	(2)

Tabel 2.9 (lanjutan)

(1)	(2)
30	0,769
40	0,741
45	0,690
50	0,667
75	0,571
100	0,500

Sumber : Tabel 9-6 HCM 1994

Tabel 2.10. Faktor penyesuaian kemiringan jalan

	TURUNAN			DATAR	TANJAKAN		
Kemiringan (%)	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
faktor kemiringan jalan (fg)	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97

Sumber : Tabel 9-7 HCM 1994

Tabel 2.11. Faktor Penyesuaian Kondisi Parkir (fp)

JUMLAH LAJUR DALAM KELOMPOK LAJUR	DILARANG PARKIR	JUMLAH MANUVER PARKIR PER JAM (Nm)				
		0	10	20	30	40
1	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
2	1,00	0,95	0,92	0,89	0,87	0,85
3	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89

Sumber : Tabel 9-8 HCM 1994

Tabel 2.12. Faktor Penyesuaian Akibat Blokade Bis

JUMLAH LAJUR DALAM KELOMPOK LAJUR	JUMLAH BIS YANG BERHENTI PER JAM (Nbb)				
	0	10	20	30	40
1	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
2	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
3	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94

Sumber : Tabel 9-9 HCM 1994

Tabel 2.13. Faktor Penyesuaian Tipe Daerah

TIPE DAERAH	FAKTOR (fa)
Pusat perdagangan	0,90
semua daerah selain pusat perdagangan	1,00

Sumber : Tabel 9-10 HCM 1994

Tabel 2.14. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

KASUS	TIPE KELOMPOK LAJUR	FAKTOR PENYESUAIAN BELOK KANAN (F_{RT})						
1	LAJUR BKa KHUSUS FASE TERLINDUNG	0,95						
2	LAJUR BKa KHUSUS FASE DIIJINKAN	PROSEDUR KHUSUS (Gbr 9-17 atau 9-18 HCM 94)						
3	LAJUR BKa KHUSUS FASE TERLINDUNG DAN DIIJINKAN	KASUS 1 UNTUK FASE TERLINDUNG KASUS 2 UNTUK FASE DIIJINKAN						
4	LAJUR BKa BERBAGI FASE TERLINDUNG	$F_{RT} = 1,0/(1,0+0,05P_{RT})$						
		Proporsi Bka dalam lajur (P_{RT})	0,0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		FAKTOR	1,0	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
5	LAJUR BKa BERBAGI FASE DIIJINKAN	PROSEDUR KHUSUS (Gbr. 9-17 atau 9-18)						
(1)	(2)	(3)						

Tabel 2.14 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)					
6	LAJUR Bka BERBAGI; FASE TERLINDUNG DAN DIIJINKAN	$F_{RT}=(1{,}400-V_o)/+(0{,}435\ V_o)P_{RT})V_o<1{,}220$ vph $F_{RT}=1/(1+4{,}525\ P_{RT}))$ Vo>1,22 vph					
		Volume lawan	Proporsi. Belok Kanan, P_{RT}				
		Vo	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86
		200	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78
		400	1,00	0,92	0,85	0,80	0,75	0,70
		600	1,00	0,88	0,79	0,72	0,66	0,61
		800	1,00	0,83	0,71	0,62	0,55	0,49
		1000	1,00	0,74	0,58	0,48	0,41	0,36
		1200	1,00	0,55	0,38	0,29	0,24	0,20
		>1220	1,00	0,52	0,36	0,27	0,22	0,18

Sumber : Tabel 9 – 12 HCM 1994

Catatan : Tabel telah disesuaikan untuk lalulintas kiri.

Tabel 2.15. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

KASUS	TIPE KELOMPOK LAJUR	FAKTOR PENYESUAIAN BELOK KIRI (f_{LT})						
1	LAJUR Bki KHUSUS ; FASE TERLIN-DUNG	0,85						
2	LAJUR Bki KHUSUS ; FASE DIIJINKAN	F_{LT} = 0,85 - (Peds/2100) peds≤1700 f_{LT}≤ 0,05, pjlk >1700						
		Jml.konflik pejalan kaki	0	50	100	200	300	400	500
		Faktor	0,85	0,83	0,80	0,75	0,71	0,66	0,61
		Jml.konflik pejalan kaki	600	800	1000	1200	1400	1600	1700
		Faktor	0,56	0,47	0,37	0,28	0,18	0,05	0,05
3	LAJUR Bki KHUSUS ; FASE TERLIN-DUNG DAN DIIJINKAN	FLT=0,85-(1-PLTA) (PJLK/2100) FLT = 0,05 (minimum)						
		Jml.konflik pejalan kaki	Prop. Bki dgn fase terlindung (P_{RTA})					
			0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		0	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
		50	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85
		100	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
		200	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85
		300	0,71	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85
		400	0,66	0,70	0,74	0,77	0,81	0,85
		600	0,56	0,62	0,68	0,74	0,79	0,85
		800	0,47	0,53	0,62	0,70	0,77	0,85
		1000	0,37	0,47	0,55	0,66	0,75	0,85
		1400	0,18	0,32	0,47	0,58	0,72	0,85
		≥1700	0,05	0,20	0,36	0,53	0,69	0,85
4	LAJUR Bki BERBAGI FASE TERLIN-DUNG	f_{LT}=1,0-0,15 P_{LT}						
		Prop. Bki dalam lajur (P_{RT})	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		Faktor	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
(1)	(2)	(3)						

Tabel 2.15. (lanjutan)

(1)	(2)	(3)						
5	LAJUR Bki BERBAGI; FASE DIIJINKAN	$f_{LT}=1,0-P_{RT}$ [0,15+(pjlk/2100)] f_{LT} = 0,05 (minimum)						
		Jml.konflik pejalan kaki (peds)	Prop. Bki dalam kelompok lajur (P_{LT})					
			0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
		50	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83
		100	1,00	0,96	0,92	0,89	0,84	0,80
		200	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,80
		300	1,00	0,93	0,90	0,85	0,80	0,75
		400	1,00	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66
		600	1,00	0,91	0,83	0,74	0,65	0,56
		800	1,00	0,89	0,79	0,68	0,58	0,47
		1000	1,00	0,87	0,75	0,62	0,50	0,37
		1400	1,00	0,84	0,67	0,51	0,35	0,18
		1400	1,00	0,81	0,62	0,42	0,23	0,05
6	LAJUR Bki BERBAGI FASE TERLIN-DUNG DAN DIIJINKAN	$f_{LT}=1,0-P_{LT}$ [0,15+(pjlk/2100)(1-P)] f_{LT}=0,05 (minimum)						
		Prop. Bki dgn fase terlin-dung	Jml. konflik pejalan kaki (peds)	prop.dalam kelompok lajur (P_{LT})				
				0,00	0,02	0,40	0,60	0,80	1,00
		0,00	semua	Sama seperti kasus 5					
		0,20	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83
			200	1,00	0,95	0,91	0,86	0,82	0,77
			400	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
			600	1,00	0,92	0,85	0,77	0,70	0,62
			1000	1,00	0,89	0,79	0,86	0,58	0,47
			1400	1,00	0,86	0,73	0,59	0,45	0,32
			1700	1,00	0,81	0,62	0,42	0,23	0,20
		0,40	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84
			200	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79
			400	1,00	0,95	0,89	0,84	0,79	0,74
			600	1,00	0,94	0,87	0,81	0,74	0,68
			1000	1,00	0,91	0,83	0,74	0,65	0,56
			1400	1,00	0,89	0,78	0,67	0,56	0,45
			1700	1,00	0,87	0,75	0,62	0,49	0,36

Tabel 2.15 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)						
		0,60	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,89	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,84
			200	1,00	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81
			400	1,00	0,95	0,93	0,86	0,82	0,77
			600	1,00	0,94	0,89	0,84	0,79	0,74
			1000	1,00	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66
			1400	1,00	0,92	0,83	0,75	0,67	0,58
			≥.1700	1,00	0,91	0,81	0,72	0,62	0,53
		0,80	0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			50	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
			200	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83
			400	1,00	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81
			600	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79
			1000	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
			1400	1,00	0,95	0,89	0,83	0,77	0,72
			≥.1700	1,00	0,94	0,89	0,81	0,73	0,69
		1,00	semua	Sama seperti kasus 4					
7	PENDEKAT LAJUR TUNGGAL	$f_{LT} = 0,90 - P_{RT}[0,135 + (pjlk/2100)]$ $f_{LT} = 0,05$ (minimum)							
		Jml. konflik pejalan kaki (peds)		Prop.Bki dalam kelompok lajur (P_{LT})					
				0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
		0		1,00	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77
		50 (rendah)		1,00	0,87	0,84	0,81	0,77	0,74
		100		1,00	0,98	0,83	0,79	0,76	0,72
		200 (sedang)		1,00	0,86	0,81	0,77	0,72	0,68
		300		1,00	0,85	0,79	0,74	0,69	0,64
		400 (tinggi)		1,00	0,84	0,78	0,72	0,65	0,59
		600		1,00	0,82	0,74	0,66	0,59	0,51
		800		1,00	0,80	0,71	0,61	0,52	0,42
		1000		1,00	0,79	0,67	0,56	0,45	0,34
		1200		1,00	0,77	0,64	0,51	0,38	0,25
		1400		1,00	0,75	0,61	0,46	0,31	0,16
		≥ 1700		1,00	0,73	0,55	0,38	0,21	0,05
8	LAJUR Bki KHUSUS GANDA ; FASE TERLIN-DUNG	0,75							

Sumber : HCM 1994

Tabel 2.16. Ekuivalensi Kendaraan Menerus (E_{LT}) untuk Belok Kiri Diijinkan

Jml. Total Fase Sinyal	Tipe Lajur Belok Kiri	Jumlah Lajur Melawan	Arus Melawan (Vo)						
			0	200	400	600	800	1000	≥ 1200
2	Berbagi	1	1,05	2,0	3,3	6,5	16,0	16,0	16,0
		2	1,05	1,9	2,6	3,6	6,0	16,0	16,0
		≥ 3	1,05	1,8	2,5	3,4	4,5	6,0	16,0
	Khusus	1	1,05	1,7	2,6	4,7	10,4	10,4	10,4
		2	1,05	1,6	2,2	2,9	4,1	6,2	10,4
		≥ 3	1,05	1,6	2,1	2.,8	3,6	4,8	10,4
Lebih dari 2	Berbagi	1	1,05	2,2	4,5	11,0	11,0	11,0	11,0
		2	1,05	2,0	3,1	4,7	11,0	11,0	11,0
		≥ 3	1,05	2,0	2,9	4,2	6,0	11,0	11,0
	Khusus	1	1,05	1,8	3,3	8,2	8,2	8,2	8,2
		2	1,05	1,05	2,4	3,6	5,9	8,2	8,2
		≥ 3	1,05	1,05	2,4	3,3	4,6	6,8	8,2

Sumber : HCM 1994

4. Modul Analisis Kapasitas

Modul Analisis Kapasitas terbagi dalam langkah-langkah sebagai berikut ini.

a. Menghitung perbandingan arus (*Flow Ratio*), yaitu dengan membagi pada modul penyesuaian volume dengan yang terdapat pada modul *saturation flow.*

b. Menghitung kapasitas tiap kelompok lajur (*lane group*) dengan persamaan 2.7 berikut :

$$Ci = si \times (g/C) i \quad \ldots\ldots (2.7)$$

dengan :

Ci = kapasitas lane group i

si = angka *saturation flow* pada lane group i

(g/C)I = *green ratio* pada *lane group* i

c. Menghitung nilai x pada tiap lane group, yaitu : (v/c).

d. Menentukan kelompok lajur (*lane group*) kritis, yaitu kelompok lajur dengan rasio arus (v/s) tertinggi pada tiap fase atau kumpulan fase.

e. Mendapatkan nilai v/c kritis persimpangan dengan persamaan 2.8 berikut :

$$Xc = \sum (v/s) ci \cdot C/ (C - L) \quad \ldots\ldots (2.8)$$

dengan :

Xc = v/c kritis untuk persimpangan

C = panjang siklus, dalam satuan detik

$\sum$ (v/s)ci = jumlah *lane group* kritis

L = Waktu hilang (*lost time*) total tiap siklus yang dihitung sebagai jumlah waktu hilang akibat *start* awal kendaraan (*start-up*) dan perubahan interval.

5. Modul Tingkat Pelayanan

Dalam modul ini waktu berhenti rata-rata (*average stopped delay*) tiap kendaraan dihitung untuk tiap kelompok lajur, kemudian dirata-ratakan pada tiap pendekat dan akhirnya dirata-ratakan untuk persimpangan. Penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan ini berhubungan langsung dengan waktu tunggu (*delay*) untuk tiap kelompok lajur dihitung berdasarkan persamaan 2.9 – 2.11.

$$D = (d_1 . DF) + d_2 \quad \ldots\ldots (2.9)$$

$$d_1 = 0{,}38\ C \frac{(1 - g/c)^2}{[1 - (g/c) (x)]} \quad \ldots\ldots (2.10)$$

$$d_2 = 173\ x^2 \{(x - 1) + \sqrt{[(x - 1)^2 + (mx/c)]}\} \quad \ldots\ldots (2.11)$$

dengan :

d = waktu berhenti rata-rata kendaraan untuk masing-masing *lane group*, dalam satuan detik/kendaraan

d_1 = bentuk pertama waktu tunggu (*delay*).

d_2 = bentuk kedua waktu tunggu (*delay*)

C = waktu siklus, dalam satuan detik

g/C = perbandingan waktu hijau efektif dengan panjang siklus.

x = v/c rasio untuk kelompok lajur (*lane group*)

DF = Faktor penundaan (Tabel 2.14)

m = Faktor kalibrasi penambahan *delay* (Tabel 2.14).

c = Kapasitas dari *lane group*

Bentuk pertama dari d_1 untuk menghitung keseragaman waktu penundaan (*uniform delay*), yaitu waktu tunggu yang terjadi jika kendaraan datang ke arah kelompok lajur yang dimaksud berdistribusi seragam setiap saat. Bentuk kedua

dari d_2, menghitung penambahan waktu tunggu untuk kedatangan sembarang diatas kedatangan seragam dan untuk penambahan waktu tunggu karena kegagalan pengaturan isyarat lampu (*individual cycle failures*).

Kasus terbanyak kedatangan biasanya tidak sembarang melainkan beriringan akibat hasil pengaturan lampu lalulintas sebelumnya (*signal progression*) dan faktor lain, maka waktu tunggu (*delay*) yang diperoleh harus dikalikan dengan faktor penggerakan (*progression factor*) pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17. Faktor Penyesuaian Tundaan Seragam (DF)

FAKTOR PENYESUAIAN TIPE PENGONTROL (CF)		
TIPE PENGONTROL	PERSIMPANGAN TAK TERKOORDINASI	
Pretimed (no traffic – actuated lane group)	1,00	PF terhitung di bawah
Semiactuated : Traffic – actuated lane groups	0,85	1,00
Nonactuated lane groups	0,85	PF terhitung di bawah
Fully actuated (all lane groups traffic – actuated)	0,85	Diperlakukan sebagai semi actuated

FAKTOR PENYESUAIAN PENGGERAKAN (PF)

PF = (1 – P) fp / (1 – g/C) (Lihat Catatan)

RASIO HIJAU (g/C)	TIPE KEDATANGAN (AT)					
	AT – 1	AT – 2	AT – 3	AT – 4	AT –5	AT-6
0,20	1,167	1,007	1,000	1,000	0,833	0,750
0,30	1,286	1,063	1,000	0,986	0,714	0,571
0,40	1,445	1,136	1,000	0,895	0,555	0,333
0,50	1,667	1,240	1,000	0,767	0,333	0,000
0,60	2,001	1,395	1,000	0,576	0,000	0,000
0,70	2,556	1,653	1,000	0,256	0,000	0,000
Default, fP	1,00	0,93	1,00	1,15	1,00	1,00
Default, Rp	0,333	0,667	1,000	1,333	1,667	2,000
Kalibrasi tundaan tambahan, m	8	12	16	12	8	4

Sumber : Tabel 9 – 13 HCM 1994

Keterangan :

1. Tabel di atas berdasar pada nilai *default* (fp dan Rp)
2. $P = R_p \cdot g/C$, ($P \leq 1$)
3. $P_F \leq 1$ untuk tipe kedatangan 3 – 6

Waktu tertunda (*delay*) tiap pendekat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 berikut ini.

$$d_A = \sum di \cdot v1 / \sum vi \quad (2.12)$$

dengan :

d_A = waktu tunda (*delay*) pada pendekat A,

di = waktu tunda (*delay*) pada *lane group* i, dan

vi = arus telah disesuaikan pada *lane group* i.

Waktu tunda (*delay*) untuk persimpangan dihitung dengan persamaan 2.13 berikut ini.

$$dc = \sum d_A \cdot v_A / \sum v_A \quad (2.13)$$

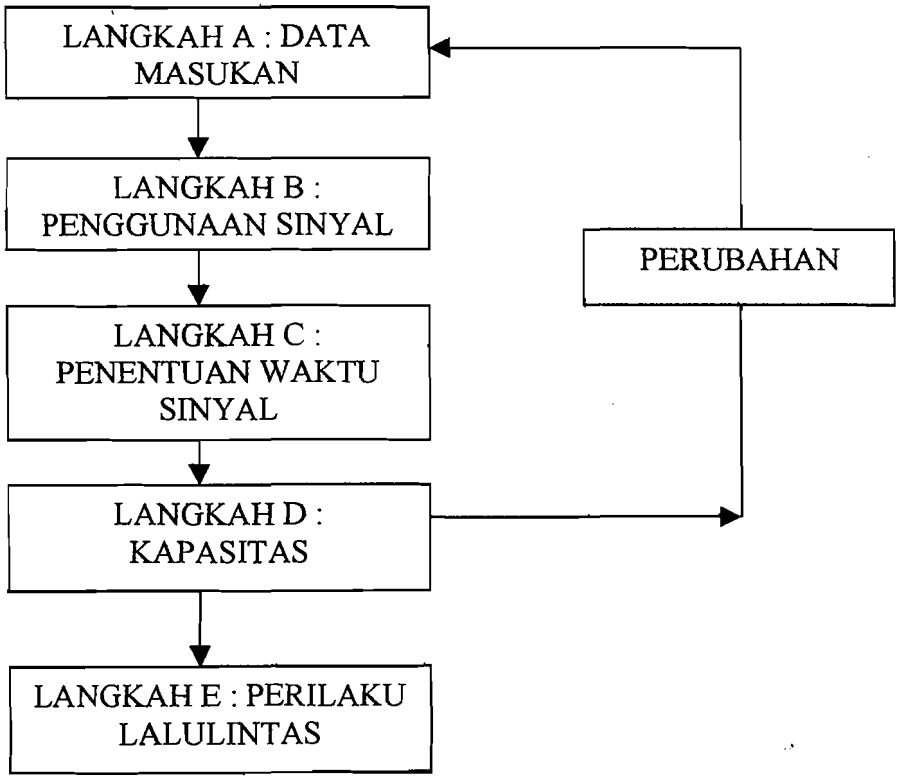
dengan :

dc = *delay* rata-rata tiap kendaraan pada persimpangan,

v_A = arus yang telah disesuaikan untuk pendekat A.

2.5.2. Tinjauan Menurut MKJI 1997

Dalam menetapkan tingkat pelayanan persimpangan ini MKJI 1997 menguraikan 5 langkah, sesuai dengan Gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2. Langkah Kerja Penetapan Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan
Sumber : MKJI 1997

1. Langkah A : Data Masukan

   Langkah ini menggambarkan kondisi geometri, pengaturan lalulintas, kondisi lingkungan dan kondisi arus lalulintas. Parameter dari keempat kondisi tersebut tercantum dalam Tabel 2.18.

Tabel 2.18. Parameter dalam penentuan Tingkat Pelayanan

Kondisi	Parameter	Simbol
1. Geometrik	Lebar pendekat (m)	W_A
	Lebar masuk (m)	W_{MASUK}
	Lebar keluar (m)	W_{KELUAR}
	Lebar efektif (m)	WE
	Jarak (m)	L
	Landai jalan (+/- %)	GRAD
2. Pengaturan lalulintas	Waktu siklus (det)	C
	Waktu hijau (det)	G
	Rasio hijau (GR = g/C)	GR
	Waktu merah semua (det)	ALL-RED
	Waktu kuning (det)	AMBER
	Waktu hilang (det)	LTI
3. Lingkungan	Komersial	COM
	Pemukiman	RES
	Akses terbatas	RA
	Ukuran kota	CS
	Hambatan samping	SF
4. Arus lalulintas	Belok kiri	LT
	Belok kiri langsung	LTOR
	Lurus	ST
	Belok kanan	RT
	Arus jenuh (smp/jam hijau)	S
	Kapasitas (kend/jam, smp/jam)	C
	Rasio arus (Q/S)	FR
	Antrian (kend smp)	NQ

Sumber : MKJI 1997

2. Langkah B : Penggunaan Sinyal

Dalam langkah penggunaan sinyal terdapat dua langkah, yaitu :

a. Fase sinyal

Jika jumlah dan jenis fase sinyal tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua fase sebaiknya digunakan sebagai kasus dasar. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dapat dipertimbangkan kalau suatu gerakan membelok melebihi 200 smp/jam.

b. Waktu antar hijau dan waktu hilang

Waktu antar hijau sebaiknya ditentukan dengan menggunakan metodologi yang diuraikan pada langkah B – 2. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal.

Tabel 2.19. Waktu antar hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-rata	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/fase

Sumber : MKJI 1997

Sedangkan untuk waktu hilang (LTI) ditentukan oleh jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik) atau dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

3. Langkah C : Penentuan Waktu Sinyal

Pada langkah penentuan waktu sinyal terdapat enam faktor, yaitu :

a. Tipe pendekat

Merupakan daerah suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. (Bila gerakan lalulintas ke kiri atau ke kanan dipisahkan dengan pulau lalulintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat).

b. Lebar pendekat efektif

Merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A, W_{MASUK}, W_{KELUAR} dan gerakan lalulintas membelok; m).

c. Arus jenuh dasar

Yaitu besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau), dengan persamaan 2.14 berikut ini.

$$S_0 = 600 \times We \quad \ldots\ldots (2.14)$$

dengan :

S_0 = arus jenuh dasar, dalam smp/jam hijau.

We = lebar efektif pendekat, dalam m.

d. Faktor – faktor penyesuaian

Merupakan faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel. Faktor –faktor penyesuaian ini meliputi :

1) Faktor penyesuaian ukuran kota, Tabel C – 4 : 3

2) Faktor Penyesuaian hambatan samping, Tabel C – 4 : 4

3) Faktor penyesuaian kelandaian, Tabel C – 4 : 1

4) Faktor penyesuaian parkir, dengan persamaan 2.15 berikut ini.

$$Fp = [\, Lp/3 - (WA - 2) \times Lp/3 - g)/ W_A \,] / g \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.15)$$

dengan :

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

W_A = lebar pendekat (m)

g = waktu hijau pendekat (nilai normal 26 detik)

5) Faktor penyesuaian belok kanan, dengan persamaan 2.16 berikut ini.

$$F_{RT} = 1.0 + P_{RT} \times 0{,}26 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.16)$$

dengan :

P_{RT} = rasio kendaraan belok kanan.

6) Faktor penyesuaian belok kiri, dengan persamaan 2.17 berikut ini.

$$F_{LT} = 1.0 - P_{LT} \times 0{,}16 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.17)$$

dengan :

P_{LT} = rasio belok kiri.

e. Rasio arus/arus jenuh

Merupakan rasio arus terhadap arus jenuh (Q / S) dari suatu pendekat.

Rasio arus (FR) dihitung dengan persamaan 2.18 berikut ini.

$$FR = Q / S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.18)$$

dengan :

Q = arus lalulintas, dalam smp/jam

$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$ smp/jam hijau

dengan :

S = arus jenuh

S_0 = arus jenuh dasar

F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = faktor penyesuaian kelandaian

F_P = faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri.

f. Waktu siklus dan waktu hijau

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode *Webster* (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama –tama ditentukan waktu siklus (c), waktu hijau (gi), pada masing-masing fase (I) sebagai berikut :

1) Persamaan Waktu Siklus

$$c_{ua} = (1{,}5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.19)$$

dengan :

c_{ua} = waktu siklus sinyal (detik)

LTI = jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

FR_{crit} = nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

$\sum$ (FR_{crit}) = rasio arus simpang, sama dengan jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut

2) Persamaan Waktu Hijau

$$gi = (c - LTI) \times FR_{crit} / \sum(FR_{crit}) \quad (2.20)$$

dengan :

gi = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

4. Langkah D : Kapasitas

Pada langkah kapasitas ini terdapat penentuan kapasitas masing-masing pendekat dan pembahasan mengenai perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

a. Kapasitas dan derajat kejenuhan

1) Kapasitas merupakan arus lalulintas maksimum yang dapat dipertahankan.

Dapat dihitung dengan persamaan 2.21 berikut ini.

$$C = S \times g/c \quad (2.21)$$

dengan :

C = kapasitas, dalam smp/jam

S = arus jenuh, dalam smp/jam hijau

g/c = rasio hijau

2) Derajat kejenuhan merupakan rasio dari arus lalulintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat dapat dihitung dengan persamaan 2.22 berikut ini .

$$DS = Q/C \quad \ldots\ldots (2.22)$$

dengan :

Q = arus lalulintas

C = S x g/c

b. Keperluan untuk perubahan

Jika waktu siklus yang dihitung pada langkah waktu siklus dan waktu hijau lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya juga lebih tinggi dari 0,85. Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalulintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu dari tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan :

1) Penambahan lebar pendekat

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan diperoleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi.

2) Perubahan fase sinyal

Jika pendekat dengan arus berangkat terlawan dan rasio belok kanan tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi (FR > 0,8), suatu

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

3) Pelarangan gerakan-gerakan belok kanan

4) Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal itu menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajeman lalulintas yang tepat perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang berdekatan.

5. Langkah E : Perilaku Lalulintas

Dalam langkah ini terdiri dari 4 langkah, yaitu :

a. Persiapan

Perhitungan dikerjakan dengan menggunakan formulir SIG-V.

b. Panjang antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2).

Dengan persamaan 2.23 - 2.25.

$$NQ_1 = 0{,}25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0{,}5)}{C}}] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.23)$$

Jika $DS > 0{,}5$; selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad \text{.......(2.24)}$$

dimana :

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam)

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) dan pembagian dengan lebar masuk

$$QL = NQ\,max \times \frac{20}{Wmasuk} \quad \text{.......(2.25)}$$

c. Kendaraan terhenti

1). Angka henti (NS) yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung dengan

$$NS = 0{,}9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad \text{.......(2.26)}$$

dimana :

C = waktu siklus (det)

Q = arus lalulintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau

2). Jumlah kendaraan berhenti

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) dihitung pada masing-masing pendekat.

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad \ldots\ldots(2.27)$$

d. Tundaan

1). Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

a. Tundaan lalulintas (DT) karena interaksi lalulintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang yang dihitung dengan persamaan :

$$DT = c \times \frac{0{,}5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} \times \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad \ldots\ldots(2.28)$$

dengan :

DT = tundaan lalulintas rata-rata pada pendekat (det/smp)
GR = rasio hijau (g/c)
DS = derajat kejenuhan
C = kapasitas (smp/jam)
NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

b. Tundaan geometri (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Dihitung dengan persamaan 2.29 berikut ini :

$$DG = (1-Psv) \times PT + (Psv \times 4) \quad \ldots\ldots(2..29)$$

dengan :

DG = tundaan geometri rata-rata pendekat j (det/smp)



Psv = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

PT = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

2) Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung dengan persamaan :

$$Dj = DTj + DGj \qquad (2.30)$$

dengan :

Dj = tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DTj = tundaan lalulintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DGj = tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

2.6. Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal

2.6.1 Penentuan kapasitas

Pada kapasitas tak berlampu lalulintas yang perlu diperhatikan disini adalah faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya kapasitas total pada seluruh lengan simpang. Adapun variabel - variabel masukan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan model tersebut adalah seperti pada Tabel 2.20 berikut ini.

Tabel 2.20. Ringkasan variabel - variabel masukan model kapasitas

Tipe variabel	Uraian variabel dan nama masukan		Faktor model
Geometri	Tipe simpang	IT	
	Lebar rata rata pendekat	Wi	F_W
	Tipe median jalan utama	M	FM
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{CS}
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
	Rasio kendaraan tak bermotor	p_{UM}	F_{RSU}
Lalulintas	Rasio belok kiri	P_{LT}	F_{LT}
	Rasio belok kanan	P_{RT}	F_{RT}
	Rasio arus jalan minor	Q_{LT}/Q_{TOT}	F_{MI}

Sumber : Tabel 2-1:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI'97

Arus lalulintas yang digunakan dalam analisis kapasitas simpang dipakai arus lalulintas yang paling padat per jam dari keseluruhan gerakan kendaraan. Arus kendaraan total adalah kendaraan per jam untuk masing-masing gerakan dihitung dengan persen (%) kendaraan konversi, yaitu mobil penumpang. Arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan dihitung dengan rumus :

$$Q_{SMP} = Q_{KEND} \times F_{SMP} \quad \ldots\ldots(2.31)$$

dengan :

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

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

F_{SMP} = faktor smp

F_{SMP} didapatkan dari perkalian emp dengan komposisi arus lalulintas kendaraan bermotor dan tak bermotor.

F_{SMP} = (LV% x emp $_{LV}$ +HV% x emp $_{HV}$ + MC% x emp $_{MC}$) / 100.....(2.32)

Menurut MKJI, nilai smp yang merupakan nilai permanen dari berbagai volume kendaraan yang terlebih dahulu dikalikan dengan faktor konversinya yaitu emp. Faktor konversi ini merupakan perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalulintas. Besarnya nilai konversi seperti pada Tabel 2.21 berikut ini.

Tabel 2.21. Nilai emp kendaraan pada simpang tak bersinyal

Jenis Kendaraan	**Nilai Konversi**
Berat (*Heavy Vehicle*)	1,3
Ringan (*Light Vehicle*)	1,0
Sepeda Motor (*Motor Cycle*)	0,5
Tak Bermotor (*Un Motor Cycle*)	1,0

Sumber : Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Nilai arus lalulintas yang diberikan dalam LHRT (Lalulintas Harian Rata-rata Tahunan) didapatkan dari hasil konversi kend/jam menjadi smp/jam, dengan terlebih dahulu mengalikannya dengan faktor smp (F_{SMP}).

Q_{DH} = k x LHRT .....(2.33)

dengan :

Q_{DH} = arus total rata-rata per tahun (smp/jam)

k = faktor pengali ke dalam LHRT

LHRT = Lalulintas Harian Rata-rata Tahunan

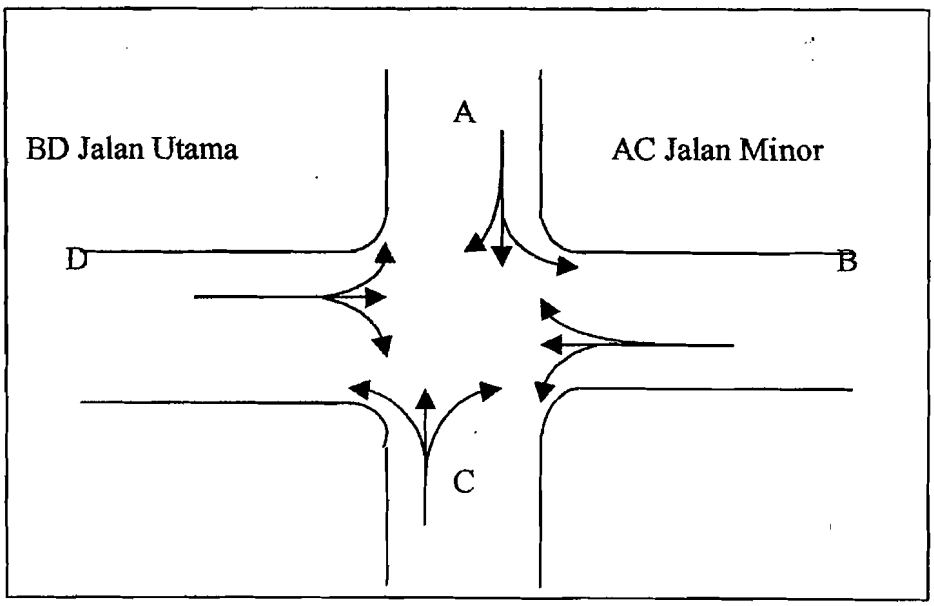
Nilai normal dari faktor k secara umum didapatkan dari Tabel MKJI 1997 seperti tercantum pada Tabel 2.22 berikut ini.

Tabel 2.22. Nilai normal faktor k

Lingkungan Jalan	**Faktor-k ukuran kota**	
	Jumlah Penduduk > 1 juta	**Jumlah Penduduk < 1 juta**
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0.07 – 0.08	0.08 – 0.01
Jalan di daerah pemukiman	0.08 – 0.09	0.09 – 0.12

Sumber : Tabel A-2:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

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



Sumber : Gambar A-2:2 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Gambar 2.3. Variabel arus lalulintas

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{TOT}} = \frac{A_{LT} - B_{LT} - C_{LT} - D_{LT}}{A - B - C - D} \quad \text{.......................................(2.34)}$$

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{TOT}} = \frac{A_{LT} + B_{RT} + C_{RT} + D_{RT}}{A + B + C + D} \quad \text{.......................................(2.35)}$$

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{TOT}} = \frac{A + C}{A + B + C + D} \quad \text{.......................................(2.36)}$$

$$Q_{TOT} = A + B + C + D \quad \text{.......................................(2.37)}$$

dengan:

P_{RT} = rasio belok kanan

P_{LT} = rasio belok kiri

P_{MI} = rasio arus jalan minir

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

Parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisis kapasitas adalah sebagai berikut ini.

a. Lebar pendekat (W)

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

$W_{AC} = (W_A + W_C) / 2$ .....(2.38)

$W_{BD} = (W_B + W_D) / 2$ .....(2.39)

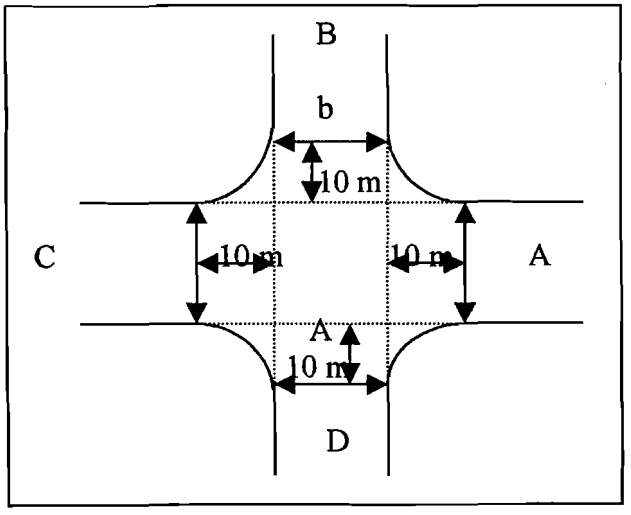
$W_I = (W_A + W_C + W_B + W_D) / 2$ ..... (2.40)

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

$W_B = b/2$ (m)

$W_C = c/2$ (m)

$W_D = d/2$ (m)



Sumber: Gambar B-1:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Gambar 2.4. Lebar rata-rata pendekat

b. Jumlah lajur

Jumlah lajur dalam perhitungan kapasitas ini ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor maupun jalan mayor.

Tabel 2.23. Hubungan lebar pendekat dengan jumlah lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan mayor,W_{BD},W_{AC} (m)	**Jumlah lajur (total untuk kedua arah)**
W_{BD}= (b/2 + d/2) / 2 < 5.5	2
≥ 5.5	4
WAC = (a/2 + c/2) / 2 < 5.5	2
≥ 5.5	4

Sumber : Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

c. Tipe simpang (IT)

Tipe simpang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lengan, jumlah lajur jalan mayor dan minor.

Tabel 2.24. Kode Tipe Simpang

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

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

Data masukan untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut ini.

1. Kapasitas dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar (smp/jam) ditentukan berdasarkan tipe simpang. Untuk dapat menentukan besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada Tabel 2.25 di bawah ini.

Tabel 2.25. Kapasitas dasar menurut tipe simpang

Tipe Simpang (IT)	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : Tabel B-2:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

2. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_W)

Faktor ini diperoleh dari rumus dalam Tabel 2.26 di bawah ini.

Tabel 2.26 Faktor penyesuaian lebar pendekat

Tipe Simpang (IT)	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_W)
422	$0,7 + 0,0366\ W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074\ W_1$
322	$0,076\ W_1$
324 atau 324	$0,62 + 0,0646\ W_1$
342	$0,0698\ W_1$

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

dengan W_1 = lebar pendekat

3. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Faktor ini hanya digunakan pada jalan utama dengan jumlah lajur 4 (empat). Besarnya faktor penyesuaian median dapat dilihat pada Tabel 2.27.

Tabel 2.27. Faktor penyesuaian median jalan uatma

Uraian	**Tipe Median**	**Faktor Penyesuaian Median (F_W)**
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama	Sempit	1,05
Ada median jalan utama	Lebar	1,20

Sumber : Tabel B-4:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

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

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, seperti tercantum dalam Tabel 2.28 di bawah ini.

Tabel 2.28. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran Kota (CS)	**Penduduk (Juta)**	**Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})**
Sangat Kecil	< 0.1	0,82
Kecil	0.1 – 0.5	0,88
Sedang	0.5 – 1.0	0,94
Besar	1.0 – 3.0	1,00
Sangat Besar	> 3.0	1,05

Sumber : Tabel B-5:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI'97

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

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

Tabel 2.29. Tipe lingkungan jalan

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

Sumber : Tabel B-5:1 Simpang Tak Bersinyal MKJI'97

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

Tabel 2.30. Faktor penyesuaian lingkungan jalan, hambatan samping, kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan jalan (RE),	Kelas hambatan samping (SF)	Rasio kendaraan tak bermotor (UM)					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>025
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	tinggi/rendah/sedang	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Simpang Tak Bersinyal MKJI'97

6. Faktor penyesuaian belok kiri

Formula yang digunakan dalam pencairan faktor penyesuaian belok kiri ini adalah :

$F_{LT} = 0,84 + 1,61\ P_{LT}$.....(2.41)

7. Faktor penyesuaian belok kanan

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

8. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI})

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

Tabel 2.31. Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{MI})

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0.1 – 0.9
424	$16,6 \times p_{MI}^4 4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times p_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0.1 – 0.3
444	$1,11 \times p_{MI}^{2-1,11} - 1,11 \times p_{MI} + 1,11$	0.3 – 0.9
322	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0.1 – 0.5
	$- 0,595 \times p_{MI} + 0,59 \times p_{MI}^3 + 0,74$	0.5 – 0.9
342	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0.1 – 0.5
	$1,19 \times p_{MI}^2 - 1,19 \times p_{MI} + 1,19$	0.5 – 0.9
324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times p_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times p_{MI} + 1,95$	0.1 – 0.3
344	$1,11 \times p_{MI}^2 - 1,11 \times p_{MI}\ 1,11$	0.3 – 0.5
	$-0,555 \times p_{MI}^2\ 0,555 \times p_{MI} + 0,69$	0.5 – 0.9

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

Kapasitas persimpangan secara menyeluruh dapat diperoleh dengan rumus:

$C = CO \times F_W \times F_M \times Fcs \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$ (smp).....(2.42)

2.6.2. Perilaku lalulintas

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

1. Derajat kejenuhan

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

   Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

   $DS = Q_{TOT} / C$.....(2.43)

   dengan :

   DS : derajat kejenuhan

   Q_{TOT} : arus total (smp/jam)

   C : kapasitas (smp/jam)

2. Tundaan (D)

   Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang, yang terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalulintas (*Degree of Traffic*) merupakan waktu menunggu akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam

simpang sedangkan tundaan geometri (*Degree of geometri*) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan yang tidak terganggu.

Tundaan lalulintas terbagi menjadi tiga macam yaitu:

a. Tundaan lalulintas simpang (DT_I)

Tundaan lalulintas simpang adalah tundaan lalulintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Untuk mendapatkan nilai tundaan lalulintas simpang dapat digunakan runus sebagai berikut :

$DT_I = 2 + 8{,}2078 \times DS - (1 - DS) \times 2$ untuk $DS < 0{,}6$ .....(2.44)

$DT_I = 1{,}0504 / (0{,}2742 - 0{,}2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2$.....(2.45)

b. Tundaan lalulintas jalan utama (DT_{MA})

Tundaan ini merupakan tundaan lalulintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. (DT_{MA}) ditentukan dari rumus berikut :

$DT_{MA} = 1{,}8 + 5{,}8234 \times DS - (1 - DS) \times 1{,}8$ untuk $DS < 0{,}6$.....(2.46)

$DT_{MA} = 1{,}0504 / (0{,}2742 - 0{,}2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2$.....(2.47)

c. Tundaan lalulintas jalan minor (DT_{MA})

Tundaan lalulintas jalan minor rata-rata ini ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata dan tundaan utama rata-rata

$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$.....(2.48)

dengan:

Q_{MI} = besarnya arus rata-rata pada jalan minor (smp/jam)

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

Q_{MA} = besarnya arus rata-rata jalan pada jalan mayor (smp/jam)

DT_I = nilai waktu tundaan lalulintas simpang (det/jam)

DT_{MA} = nilai waktu tundaan lalulintas pada jalan mayor (det/jam)

d. Tundaan geometri simpang (DG)

Tundaan geometri simpang merupakan tundaan rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, dihitung dengan:

untuk DS <1,0

$$DG = (1\text{-}DS) \times (p_T \times 6 + (1\text{-}p_T) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)} \quad (2.49)$$

untuk DS > 1,0 ; DG = 4

dengan :

DS = derajat kejenuhan

p_T = rasio belok total

e. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut:

$$D = DG + DT_1 \quad (2.50)$$

dengan :

D = tundaan simpang (det/smp)

DG = tundaan geometrik simpang (det/smp)

DT_1 = tundaan lalulintas simpang (det/smp)

3. Peluang antrian

Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antar peluang antrian dan derajat kejenuhan. Rentang peluang antrian tersebut adalah

$QP\%\ (bawah) = 9{,}02*DS + 20{,}66*DS^2 + 10{,}49*DS^3$ .....(2.51)

$QP\%\ (atas) = 47{,}71*DS + 24{,}68*DS^2 + 10{,}49*DS^3$ .....(2.52)

2.7. Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan untuk Ruas Jalan

Untuk menentukan tingkat pelayanan ruas jalan dilakukan terlebih dahulu studi waktu perjalanan.

2.7.1. Studi Waktu Perjalanan (*Travel Time*)

Studi waktu perjalanan adalah untuk menentukan waktu yang dipakai oleh kendaraan untuk berjalan dari suatu titik ke suatu titik yang lain pada suatu rute yang ditentukan. Data studi memberikan indikasi yang baik pada tingkat pelayanan yang ada dimana studi tersebut dilaksanakan untuk membantu *traffic engineer* dalam mengidentifikasi masalah-masalah lokasi, dengan memberikan perhatian yang spesial untuk meningkatkan aliran lalulintas secara menyeluruh pada rute tersebut.

Dari data hasil observasi, dapat ditentukan volume (v) kendaraan sebagai berikut:

$$Vu = \frac{(Ms + Ou - Pu).* 60}{Tu + Ts} \quad \text{.....(2.53)}$$

$$Vs = \frac{(Mu + Os - Ps) * 60}{Tu + Ts} \quad \text{.....(2.54)}$$

dengan :

V = volume (aliran) kendaraan ke Utara (vph),

Vs = volume (aliran) kendaraan ke Selatan (vph),

Tu = waktu untuk menempuh perjalanan dari X-X ke Y-Y dalam menit,

Ts = waktu untuk menempuh perjalanan dari Y-Y ke X-X dalam menit,

Mu = jumlah kendaraan yang berlawanan arah (*opposing*) yang dijumpai sewaktu kendaraan observasi berjalan kearah Utara,

Ms = jumlah kendaraan yang berlawanan arah (*opposing*) yang dijumpai sewaktu kendaraan observasi berjalan ke arah Selatan,

Ou = jumlah kendaraan yang menyiap (*overtake*) kendaraan observasi sewaktu berjalan dari X-X ke Y-Y,

Os = jumlah kendaraan yang menyiap (*overtake*) kendaraan observasi sewaktu berjalan dari Y-Y ke X-X,

Pu = jumlah kendaraan yang disiap (*passing*) oleh kendaraan observasi sewaktu berjalan dari X-X ke Y-Y,

Ps = jumlah kendaraan yang disiap (*passing*) oleh kendaraan observasi sewaktu berjalan dari Y-Y ke X-X,

Waktu rerata kendaraan adalah:

$$\overline{Tu} = Tu - \frac{(Ou - Pu) * 60}{Vu} \quad \text{...(2.55)}$$

$$\overline{Ts} = Ts - \frac{(Os - Ps) * 60}{Vs} \quad \text{.....................................(2.56)}$$

dengan :

$\overline{Tu}$ = waktu rerata semua kendaraan ke Utara (menit)

$\overline{Ts}$ = waktu rerata semua kendaraan ke Selatan (menit),

Space Mean Speed (SMS) adalah :

$$\overline{Usu} = \frac{d}{\overline{Tu}} \qquad \text{..........(2.57)}$$

$$\overline{Uss} = \frac{d}{\overline{Ts}} \qquad \text{..........(2.58)}$$

dengan :

$\overline{Usu}$ = *Space Mean Speed* ke Utara (*mph*),

$\overline{Uss}$ = *Space Mean Speed* ke Selatan (*mph*),

d = panjang seksi yang dites (*mile*).

Arterial Speed (ART) :

$$\text{ART SPD} = \frac{3600 * X}{Y} \qquad \text{..........(2.59)}$$

dengan:

X = *Sum of Length*

Y = *Sum of Time*

2.8. Gerakan Belok Pada Persimpangan

Menurut *Oglesby* (1982), gerakan membelok sangat mempengaruhi besarnya kapasitas, yaitu :

1. Pengaruh pada kapasitas untuk setiap kendaraan yang berbelok akan berkurang bila jumlah kendaraan yang berbelok meningkat.

2. Pada jalan dua arah, pengaruh kendaraan yang berbelok ke kanan berhubungan dengan jumlah kendaraan dari arah berlawanan.
3. Pengaruh gerakan membelok terhadap kapasitas tergantung pada konflik dengan arus pejalan kaki.
4. Kendaraan-kendaraan yang berbelok menyebabkan pengurangan kapasitas yang relatif lebih besar pada jalan yang sempit dibandingkan dengan jalan yang lebar.
5. Jalan memotong (persimpangan) yang lebih lebar dapat meningkatkan kapasitas karena belokan ke kanan dapat dilakukan dengan mudah, menyediakan ruang yang lebih luas dan meningkatkan kecepatan gerakan. Pengaruh lebar jalan yang memotong pada belokan kiri sangat bervariasi, tergantung pada faktor-faktor seperti jari-jari tikungan dan gerakan pejalan kaki.
6. Perlengkapan lajur terpisah untuk belok ke kanan, yang mungkin dilengkapi dengan fase lampu lalulintas tersendiri, akan memberikan pengaruh yang besar pada kapasitas sehingga memerlukan analisis khusus.

HCM 1994, membedakan gerakan belok pada persimpangan berisyarat lampu lalulintas menjadi 2 yaitu "diijinkan" (*Permitted*) dan "dilindungi" (*Protected*). Gerakan belok *permitted* adalah gerakan yang akan menemui konflik dengan penyeberang jalan atau kendaraan yang berlawanan arah, sedangkan gerakan belok *protected* adalah gerakan belok tanpa menemui konflik seperti tersebut di atas.

2.9. Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang

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

Dalam hubungannya dengan kapasitas jalan, pengaruh dari setiap kendaraan jenis tersebut terhadap keseluruhan arus lalulintas, diperhitungkan dengan membandingkannya terhadap pengaruh dari suatu mobil penumpang. Pengaruh mobil penumpang dalam hal ini dipakai satuan yang disebut satuan mobil penumpang (smp).

Nillai konversi satuan mobil penumpang berguna untuk mengetahui volume lalulintas aktual, yaitu dengan jalan mengalikan dengan nilai tersebut dengan volume lalulintas yang ada.

Pada umumnya faktor yang mempengaruhi nilai smp adalah sebagai berikut :

1. faktor fisik (ukuran kendaraan, cara bergerak kendaraan dan karakteristik persimpangannya), dan
2. faktor non fisik (fungsi kendaraan, dan tingkah laku pengendara).

Menurut hasil penelitian nilai smp untuk persimpangan yang berlampu lalulintas di Yogyakarta, 1987 oleh Sukarno dkk., nilai konversi untuk tiap kategori kendaraan seperti tercantum pada Tabel 2.32.

Tabel 2.32. Nilai smp untuk tiap kategori kendaraan Yogyakarta

Jenis kendaraan	Nilai konversi
Becak	O,93
Sepeda	0,23
Sepeda motor	0,19
Mobil penumpang	1,00
Mini bus	1,41
Bus	2,04
Truk	2,03

Sumber: Hasil penelitian nilai smp untuk persimpangan yang berlampu lalulintas di Yogyakarta,1987 oleh Sukarno dkk.

2.10. Lampu lalulintas

2.10.1 Fungsi lampu lalulintas.

Pada umumnya setiap persimpangan dengan arus lalulintas yang dilengkapi lampu isyarat lalulintas. Definisi lampu lalulintas menurut *Oglesby* dan *Hicks* (1982) adalah semua pengatur lampu lalulintas yang mengunakan tenaga listrik kecuali *flasher* (lampu kedip), rambu dan marka jalan. Setiap pemasangan lampu lalulintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut :

1. Mendapatkan gerakan lalulintas yang teratur.
2. Meningkatkan kapasitas lalulintas pada persimpangan jalan.
3. Mengurangi frekuensi kecelakaan
4. Mengkoordinasikan lalulintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalulintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalulintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.

6. Mengatur penggunaan jalur lalulintas.
7. Sebagai pengendali pertemuan jalan pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.
8. Memutuskan arus lalulintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau jembatan gerak.

2.10.2. Ciri-ciri fisik lampu lalulintas

Ciri-ciri fisik lampu lalulintas yang disebut oleh *Oglesby* dan *Hicks* (1982) sebagai berikut :

1. Sinyal modern yang dikendalikan dengan tenaga listrik.
2. Setiap unit terdiri dari lampu berwarna merah, hijau, dan kuning yang terpisahkan dengan dengan diameter 8-12 *inch*.
3. Lampu lalulintas dipasang diluar batas atau digantung diatas persimpangan. Tinggi lampu lalulintas dipasang 8-15 *ft* diatas trotoar atau diatas perkerasan bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal yang digantung harus diberi jarak bebas vertikal antara 15 - 19 *ft*.
4. Sinyal modern dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki atau penyeberangan jalan.

2.10.3. Lokasi lampu lalulintas.

Menurut *Oglesby* dan *Hicks* (1982) letak lampu lalulintas diisyaratkan apabila dipasang menggunakan tiang berlengan atau digantung dengan kabel, diberi jarak 40 - 120 *ft* dari garis henti. Bila kedua sinyal dipasang pada tonggak sebaiknya dipasang di sisi-sisi jalan yaitu satu di sisi kanan dan satunya di sisi kiri

atau di atas median. Dengan syarat sudut yang terbentuk antara sinyal dan garis pandang normal tidak lebih dari 20°.

Pemasangan papan iklan dengan lampu penerangan didekat lampu isyarat lalulintas sangat tidak dianjurkan karena mengurangi keefektifan peralatan pengatur lampu lalulintas akibat dari sinar lampu tersebut.

2.10.4. Pengoperasian lampu lalulintas

Menurut HCM 1994, terdapat tiga macam cara pengoperasian lampu lalu lintas yaitu:

1. *Pretimed Operation*, yaitu pengoperasian lampu lalulintas dalam putaran konstan dimana setiap siklus sama dan panjang siklus serta fase tetap.
2. *Semi Actuated Operation*, pada isyarat operasi lalulintas ini, jalan utama (*mayor street*) selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan samping (*side street*) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan tersebut.
3. *Full Actuated Operation*, pada isyarat lampu lalulintas ini semua fase lampu lalulintas ini dikontrol dengan alat detektor, sehingga panjang siklus untuk tiap fasenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang dirasakan oleh detektor.

Di Indonesia untuk pengaturan lampu lalulintas dipakai sistem *pretimed operation* . Untuk urutan nyala lampu isyarat lalulintas yang dipakai adalah merah, hijau, dan kuning. Kondisi ini sesuai dengan pendapat *Morlok* (1978) bahwa sinyal lampu lalulintas terdiri dari tiga aspek, yaitu hijau untuk berjalan,

kuning untuk memperbolehkan kendaraan memasuki pertemuan apabila tidak terdapat kendaraan lainnya sebelum lampu merah muncul dan merah untuk berhenti.

Menurut *Salter* (1980) urutan nyalanya adalah merah, merah / kuning, hijau dan kuning yang masing- masing mempunyai arti sebagai berikut :

1. Nyala merah, berarti kendaraan dilarang melewati garis berhenti (*stop line*). Lamanya waktu merah disesuaikan dengan desain volume lalulintas.
2. Nyala merah / kuning, berarti kendaraan tetap dilarang melewati garis berhenti. Waktu nyala merah dan kuning bersama-sama adalah 2 detik.
3. Nyala hijau, berarti kendaraan diperbolehkan melewati persimpangan.waktu nyala hijau disesuaikan dengan desain lalulintas.
4. Nyala kuning berarti kendaraan dilarang melewati garis henti, kecuali kendaraan tersebut sudah dekat dengan garis henti sehingga tidak dapat dihentikan dengan aman. Waktu nyala kuning adalah 3 detik.

Menurut *Morlok* (1978) dan *Salter* (1980) waktu yang dibutuhkan untuk satu rangkaian nyala lampu lalulintas tesebut disebut panjang daur atau waktu siklus (*cycle time*).

2.10.5. Perencanaan Fase Lampu Lalulintas

Rumus-rumus yang dipergunakan dalam perhitungan ini berdasarkan HCM 1994.

1. Pengaturan *Cycle Time*

Pengaturan *cycle time* dihitung dengan menggunakan persamaan 2.60 berikut ini.

$C = L.Xc / [Xc - \Sigma(v/s).n]$ ....(2.60)

dengan :

C = panjang purtaran (*cycle length*), dalam detik

L = kehilangan waktu (*lost time*), dalam detik

Xc = perbandingan kritis v/c

$\Sigma(v/s).n$ = perbandingan arus untuk kelompok lajur i

2. Pengaturan panjang waktu hijau

Pengaturan waktu siklus untuk setiap kaki pendekat persimpangan dengan persamaan 2.31 berikut ini.

$g_i = v_i . C/(s_i . X_i)$ atau $g_i = (v/s)_i . (C/X_i)$ ....(2.61)

dengan :

g_I = waktu hijau untuk kelompok lajur i, dalam detik

X_I = perbandingan v/c untuk kelompok lajur i

v_I = volume untuk kelompok lajur i

s_I = arus jenuh untuk kelompok lajur I

2.11. Perhitungan BOK dengan Metoda TRRL

TRRL atau *Transport and Road Research Laboratory* telah mempublikasikan suatu model perhitungan biaya operasi kendaraan bermotor (*Vehicle Operation Cost*) pada negara berkembang melalui TRRL Report No. 672 pada tahun 1975. Model ini adalah hasil suatu penelitian yang dilakukan Republik Kenya Afrika pada sekitar tahun 1971 – 1973, oleh suatu tim yang

terdiri dari *The Overseas Unit of* TRRL, *International Bank for Reconstruction and Development* (IBRD) dan Pemerintah Kenya.

2.11.1. Faktor-faktor BOK

Dalam menilai penawaran jalan BOK bergantung pada jumlah dan tipe kendaraan termasuk asal dan tujuan (*trip classification*) dari perjalanan itu. BOK juga dipengaruhi oleh geometris alinyemen jalan. Untuk jalan dengan banyak tanjakan terjal (*Step Gradients*) BOK akan lebih mahal dibandingkan dengan operasi pada jalan yang rata. Tingkat kekasaran permukaan jalan atau *road surface roughness* berpengaruh pula pada BOK terutama pada komponen kendaraan seperti ban dan suku cadang.

Standar konstruksi jalan dipengaruhi oleh kondisi ketahanan permukaan dan beban serta intensitas arus lalulintas, tingkat perawatan dan keadaan lingkungan. Makin tinggi intensitas lalulintas dan makin berat beban gandar (*axle load*) makin cepat pula jalan mengalami kerusakan. Maka dalam membuat perkiraan BOK lebih diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a. Parameter fisik dari jalan yang mempengaruhi BOK.
b. Tipe serta keadaan operasinya
c. Komponen yang perlu dievaluasi (kecepatan, bahan bakar, minyak pelumas, ban, suku cadang dan tenaga kerja).

2.11.2. Parameter Fisik Jalan (*Types of Road*)

Dalam model TRRL kondisi fisik jalan yang perlu diperhatikan adalah :

A. Alinyemen Vertikal (*Vertical geometry*)

Alinyemen vertikal ini dipengaruhi kemiringan mendaki dan kemiringan menurun (*Rise and Fall The Road*) yang juga akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Semakin terjal geometri jalan semakin tinggi konsumsi bahan bakar. Secara umum jalan bisa digolongkan dalam tiga jenis yaitu :

1. *Flat Road* (jalan datar) dengan gradien rata-rata < 1,5 %
2. *Intermediate Road* dengan gradien rata-rata antara 1,5 % dan 3,5 %
3. *Steep Road* (jalan terjal) dengan gradien rata-rata > 3,5 %.

B. Alinyemen Horisontal (*Horizontal Curvature*)

Menurut *Clarkson*, 1985, alinyemen horisontal berpengaruh pada sudut belokan, yaitu saat kendaraan akan mengalami hambatan pergerakan akibat superelevasi permukaan. Kesulitan pergerakan manuver kendaraan diatasi dengan pengereman. Pengereman pada kecepatan tinggi mengakibatkan biaya operasi kendaraan makin mahal. Hal ini disebabkan menjadi mudah rusak karena kemiringan jalan dan tahanan tepi (*side resistant*) akibat gesekan pada tepi jalan. Penambahan biaya ini juga disebabkan oleh perubahan kecepatan yang terjadi. Secara umum alinyemen horisontal dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. *Low Curvature* dengan sudut kurang dari 30°
2. *Medium Curvature* dengan sudut antara 30° dan 90°
3. *High Curvature* dengan sudut lebih dari 90°

C. Lebar Jalan (*Road Width*)

Pada jalan dengan lebar lima meter atau lebih tidak akan mempengaruhi kecepatan, tetapi untuk lebar jalan kurang dari lima meter akan mengurangi kecepatan yang biasa dicapai. Semakin lebar jalan maka kendaraan akan semakin banyak tertampung. Sehingga mempengaruhi tipe pelayanan jalan serta tipe aliran lalulintasnya.

D. Kekasaran permukaan

Kondisi permukaan akan sangat mempengaruhi baik pada operasional maupun pada pemeliharaan kendaraan. Pengaruh tersebut pada saat kendaraan mulai bergerak, berhenti, atau mengerem. Adapun nilai rata-rata dari keadaan permukaan diperoleh dari berbagai tipe jalan yang biasa dipakai yaitu :

1. *Asphaltic concrete roads* 1800 mm/km
2. *New surface dressed raods* 2400 mm/km
3. *Old surface dressed roads* 2700mm/km

E. Ketinggian (*Altitude*)

Ketinggian permukaan dari air laut menyebabkan kenaikan suhu dan penipisan udara (O_2). Kedua hal ini akan menyebabkan mesin sulit dihidupkan untuk pertama kalinya dan jika telah bekerja mesinnya membutuhkan energi lebih besar. Keadaan semacam ini terutama pada kendaraan dengan bahan bakar solar atau kendaraan berat. Ketinggian diperhitungkan terutama pada jalan yang diperkeras.

Dampak pada BOK adalah kecil dan acuan ketinggian berdasarkan skala 500 meter dianggap mencukupi.

F. Tingkat kelembaban (*Moisture Contents*)

Disarankan untuk memakai nilai 2% untuk daerah kering (curah hujan per tahun mencapai kurang dari 750 mm) sampai 25 % untuk daerah basah sekali (curah hujan pertahun melebihi 750 mm).

G. Legokan (*Ruth Depth*)

Adanya legokan membuat pengendara cenderung mengurangi kecepatan dan disarankan memekai nilai rata-rata antara 10 mm untuk jalan tanpa perkerasan dalam kondisi baik sampai 50 mm dalam kondisi jalan yang tidak baik.

H. Berkurangnya material jalan (*Looseness Material*)

Faktor ini disebabkan hilangnya friksi-friksi antara roda pendorong dengan permukaan jalan sehingga cenderung meningkatkan konsumsi bahan bakar. Disarankan memakai nilai rata-rata.

2.11.3. Tipe Kendaraan dan Spesifikasinya

A. Berat bruto kendaraan (*Gross Vehicle Weight* / GVW)

Biaya GVW (dalam ton) mempengaruhi pemakaian bahan bakar dan ban kendaraan. Nilai GVW dapat diperkirakan dari survei beban gandar yang dilakukan pada rute yang diteliti. Bisa juga diperkirakan dari mengamati sifat dan macam barang yang diangkut serta distribusi dari kapasitas angkut kendaraan penumpang atau truk.

Tabel 2.33. *Gross Vehicle Weight* (GVW) dan *Power/Weight* pada spesifikasi kendaraan buatan Eropa dan Jepang

No	Jenis Kendaraan	Berat Bruto Kendaraan dan Rasio Berat						BPH Rata-rata
1	Dua gandar, bahan bakar bensin < 3600 kg GVW	1.93	40.0	2.39	32.0	2.85	27.0	27.0
2	Dua gandar, bahan bakar solar < 3600 kg GVW	1.83	30.05	2.34	24.0	2.85	20.00	20.00
3	Dua gandar, bahan bakar solar < 7600 kg GVW	2.55	32.8	4.58	18.2	7.13	11.7	11.7
4	Dua gandar, bahan bakar solar < 12200 kg GVW	4.07	26.0	6.92	15.3	10.49	10.1	10.1
5	Dua gandar, bahan bakar solar < 16300 kg GVW	5.09	27.4	10.38	13.4	16.03	8.7	8.7
6	Tiga gandar	9.16	16.5	15.78	9.7	24.43	6.25	6.25
		6.16	18.3	15.78	10.6	24.43	6.9	6.9
7	Trailer dengan 4 poros batang gandar	11.71	15.4	22.40	8.0	32.58	5.5	5.5
8	Trailer dengan 6 poros batang gandar	14.25	12.6	25.42	7.0	36.65	5.0	5.0

Sumber : Transport and Road Research Laboratory 1975, UK

B. *Power to Weight Ratio* (TW) dan *Net Brake Horse Power per Weight* (BHP)

Survei beban gandar bisa menghasilkan data tentang BHP dari berbagai golongan kendaraan komersial sehingga per ton GVW dapat dihitung.

C. Umur Kendaraan (*Vehicle Age*)

Nilai ini diperhitungkan dalam tahun dan jumlah kilometer atau mil yang telah dijalani sejak kendaraan baru perlu diketahui karena berpengaruh atas pemakaian suku cadang dan perawatan.

D. Harga Kendaraan (*Vehicle Price*)

Besarnya koefisien konsumsi suku cadang kendaraan dan nilai penyusutan kendaraan dinyatakan dalam bentuk non dimensional atau *quantity factors*. Nilai moneternya didapat dengan mengalikan faktor-faktor tersebut dengan harga kendaraan. Penilaian berdasarkan pada rasio harga dari berbagai golongan kendaraan. Untuk hasil yang baik disarankan untuk memeriksa rasio harga-harga tersebut untuk kendaraan baru agar tidak banyak terjadi deviasi. Penyimpangan yang besar menghasilkan perbedaan-perbedaan yang tidak wajar dan perkiraan biaya konsumsi suku cadang. Rasio harga kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.34.

Tabel 2.34. Rasio Harga Kendaraan

No	Kelas Kendaraan	Rasio Harga (Mobil Penumpang = 1)	
		Pasar	Ekonomi
1	Mobil penumpang	1	1
2	Kendaraan angkut ringan	1,5	2,0
3	Bis	5,5	6,5
4	Kend. sedang dgn 2 sumbu gandar	2,5	3,0
5	Kend. berat dgn 3 sumbu gandar	6,5	8,0
6	Kend. berat dgn 4 sumbu gandar	8,5	10,0
7	Kend. berat dgn 5 sumbu gandar	9,5	11,5
	Kend. berat dgn 6 sumbu gandar	10,0	12,5

2.11.4. Batas-Batas Pemakaian BOK

2.11.4.1. Kecepatan Kendaraan (*Vehicle Speeds* = V)

Menurut studi TRRL Kenya perkiraan dilakukan berdasarkan asumsi *free flow condition* atau arus lalu lintas bebas. Kecepatan dihitung berdasarkan fungsi dari rata-rata besarnya *Rise and Fall* (RS+ F) yang kemudian dikoreksi untuk:

1. Jalan dengan perkerasan terpengaruh *Curvature* (C), *Altitude* (A), dan *Road Width* (RW),
2. Jalan tidak dengan perkerasan terpengaruh *Curvature* (C), *Roughness* (R), *Moisture Contents* (M), *Ruth Depth* (RD), dan *Road Width* (RW).

Dalam memperkirakan kecepatan untuk kendaraan angkut medium dan berat, maka masih harus dikoreksi menurut *Power to Weight* (PW) dalam *Brake Horse Per Tonne* (BHP/ton) yang besarnya sama untuk jalan dengan perkerasan dan tanpa perkerasan. dalam persamaan matematis tersebut terdapat batas jarak maksimum ekstrapolasi. Jika melebihi batas tersebut maka ekstrapolasi tidak bisa diterima. Rumus untuk kecepatan adalah :

1. Mobil penumpang

   $V = 102,6 - 0,372\ RS - 0,076\ F - 0,111C - 0,0049\ A$ ..... (2.62)

2. Kendaraan angkut ringan

   $V = 86,9 - 0,418\ RS - 0,05\ F - 0,074\ C - 0,0028\ A$ ..... (2.63)

3. Kendaraan angkut sedang dan berat

   $V = 68,1 - 0,519\ RS + 0,03\ F - 0,058\ C - 0,0004\ A$ ..... (2.64)

4. Bus

   $V = 72,5 - 0,526\ RS + 0,0067\ F - 0,066\ C - 0,0042\ A$ ..... (2.65)

Rumus diatas untuk jalan dengan lebar lebih dari 5 meter.

dengan :

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

RS = tanjakan

F = turunan

C = sudut alinyemen

A = ketinggian

2.11.4.2. Pemakaian Bahan Bakar (*Fuel Consumption* = FL)

Pemakaian bahan bakar menurut TRRL merupakan fungsi dari rata-rata *Rise and Fall* kemudian ditambah atau dikurangi mengingat dampak dari kecepatan (V), rasio berat dan berat bruto kendaraan untuk jalan dengan perkerasan. Sedangkan bagi jalan tanpa perkerasan mengingat kehilangan dan kekasaran untuk memperkirakan FL ini juga diperhatikan, maka jarak maksimum keamanan ekstrapolasi setiap variabel. ekstrapolasi diluar nilai-nilai tertentu akan berakibat kesalahan yang tidak diterima atau *unacceptable errors*. Rumus yang dipergunakan adalah :

1. Mobil penumpang

   $FL = (53{,}4 + 499/V + 0{,}0058\ V^2 + 1{,}594\ RS - 0{,}854\ F)\ I{,}08$ ..... (2.66)

2. Kendaraan angkut ringan

   $FL = (74{,}7 + 1151/V + 0{,}0131V^2 + 2{,}906\ RS - 1{,}277\ F)1{,}08$ ..... (2.67)

3. Kendaraan angkut sedang

   $FL = (105{,}4 + 903/V + 0{,}0143V^2 + 4{,}362RS - 1{,}834\ F - 2{,}40\ PW)1{,}13$ ..... (2.68)

4. Kendaraan angkut berat dan bis

   $FL = (-48{,}6 + 69{,}2\ GVW + 903/V + 0{,}0143V^2 + 4{,}362\ RS - 1{,}834\ F - 2{,}40\ PW)1{,}13$ ..... (2.69)

dengan :

Fl = konsumsi bahan bakar

V = kecepatan kendaraan

RS = tanjakan

F = turunan

GVW = berat kotor kendaraan

PW = perbandingan kekuatan dan berat kendaraan

2.11.4.3. Pemakaian Bahan Pelumas (*Lubricating Oil Consumption*)

Jumlah kebutuhan minyak pelumas dipengaruhi oleh kondisi mesin. Kondisi ini berupa suhu dan putaran mesin. Pada mesin yang berputar akan terjadi panas sehingga menyulitkan gerakan mesin. Pelumas diperlukan untuk melancarkan kembali kerja mesin. Penggunaan minyak pelumas tidak akan sampai habis namun hanya sampai batas tertentu dimana pelumas tersebut tidak dapat lagi menjalankan fungsinya dengan baik. Jadi kendaraan dengan mesin yang besar akan cepat panas dan kebutuhan akan bahan pelumas akan makin besar. Penelitian tentang banyaknya bahan pelumas terpakai merupakan nilai rata-rata untuk jalan dengan dan tanpa perkerasan serta mencakup empat macam kendaraan. Baik minyak pelumas yang dipakai untuk perawatan (penggantian minyak) maupun yang terpakai dalam operasi kendaraan sudah termasuk dalam perkiraan itu.

Rumusan untuk TRRL telah memberikan jumlah konsumsi minyak pelumas yang ditunjukkan pada Tabel 2.35.

Tabel 2.35. Pemakaian minyak pelumas kendaraan per 1000 km

No	Kelas kendaraan	Jalan dengan perkerasan	Jalan tanpa perkerasan
1	Mobil penumpang	1,2 liter/1000km	2,4 liter/1000km
2	Kendaraan angkut ringan	1,8 liter/1000km	3,6 liter/1000km
3	Kendaran angkut sedang dan berat	4,0 liter/1000km	8,0 liter/1000km
4	Bis	4,0 liter/1000km	8,0 liter/1000km

Sumber : TRRL Report No. 672, "Transport and Research Laboratory", UK, 1975

2.11.4.4. Perawatan Kendaraan (*Vehicle Maintenance*)

Perkiraan tentang komponen perawatan kendaraan terdiri dari dua hal yaitu suku cadang dan jumlah jam kerja yang dipakai.

I. Pemakaian Suku Cadang (*Parts Consumption*)

Sampai pada pemakaian tertentu dari pembelian kendaraan baru, suku cadang sering menjadi jaminan dari suatu harga pembelian. Jaminan itu dapat berupa gratis suku cadang atau berupa potongan pembelian suku cadang. Harga suku cadang ditentukan oleh tingkat kerusakan suku cadang itu sendiri. Kerusakan itu dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan / kekasaran, harga kendaraan baru dan umur pemakaian kendaraan. Untuk jalan yang kasar suku cadang akan semakin cepat rusak, sementara umur kendaraan mempengaruhi ketersediaan suku cadang. Semakin tua maka suku cadang semakin langka dan mahal. Suku cadang asli yang digunakan juga mahal karena mutunya lebih baik. Pada perhitungan ini, kerusakan suku cadang tidak dapat diperbaiki dan harus diganti. Pada model TRRL nilai PC merupakan fungsi dari kekasaran jalan (R) dan umur kendaraan dalam km (K). Nilai K adalah nilai kumulatif yang telah ditempuh kendaraan.

Biaya PC per 1000 km didapat dengan mengalikan faktor hasil dari hubungan dengan harga kendaraan baru. Biasanya terdapat garansi untuk kendaraan baru yang sudah dimasukkan kedalam harga pembeliannya. Tetapi perkiraan yang lebih tepat diperoleh dengan menentukan sebuah titik potong untuk K dalam persamaan matematis. Dibawah titik potong tersebut maka biaya perawatan adalah nol. Untuk mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan, titik potong pada 10.000 km sampai 20.000 km. Untuk bis dengan jarak tempuh

perjalanan lebih tinggi dari kedua jenis kendaraan diatas maka ditentukan dari tingkat terendah biaya pengantian suku cadang yang telah diberikan.

Rumus – rumus yang digunakan adalah :

1. Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan

$PC = (-2{,}03 + 0{,}0018\ R) \times KA \times 10^{-11} \times VP;\ KA > 10.000$ .....(2.70)

$PC = 0\ ;\ KA < 10.000$ .....(2.71)

2. Kendaraan angkut sedang dan kendaraan angkut berat

$PC = (0{,}48 + 0{,}0037\ R) \times KA \times 10^{-11} \times VP\ ;\ KA > 20.000$ .....(2.72)

$PC = 0\ ;\ KA < 20.000$ .....(2.73)

2. Bis

$PC = (-0{,}67 + 0{,}0006\ R) \times KA^{1/2} \times 10^{-11} \times VP;\ PC / (Vp \times KA^{1/2})3 > 10^{-11}$

.....(2.74)

$PC = 0;\ PC / (Vp \times KA^{1/2}).10^{-11}$ .....(2.75)

Keterangan :

PC = harga untuk suku cadang per km

VP = harga yang seimbang dengan harga kendaraan baru

KA = rata-rata kilometer jarak tempuh sejak dipakai

II. Biaya Tenaga Kerja (*Labour Hours*= LH)

TRRL menentukan biaya tenaga kerja atau LH sebagai fungsi dari kekasaran permukaan (R) dan umur kecepatan dalam kilometer (K). Satuan nilai batas R sebesar 6000 mm/km ditentukan karena nilai rasio dari LH adalah konstan Untuk memperkirakan PC maupun LH perlu ditetapkan rentang maksimum variabel dari K dan R agar dalam hal ekstrapolasi tidak terjadi kesalahan.

Adapun rumus-rumus yang dipergunakan adalah:

1. Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan

LH = (851 - 0,0788 R) x PC/VP ; R < 6000.....(2.76)

LH = 383 x PC/VP; R > 6000.....(2.77)

2. Kendaraan angkut sedang dan kendaraan angkut berat

LH = (2975 - 0,078 R) x PC/VP; R< 6000 .....(2.78)

LH = 2507 x PC / VP ; R > 6000 .....(2.79)

3. Bis

LH = (2640 - 0,078 R) x PC/VP ; R< 6000 .....(2.80)

LH = 2172 x PC/VP; R > 6000 .....(2.81)

dengan :.

LH = jam kerja montir (jam)

PC = konsumsi suku cadang (rupiah/1000 km)

VP = harga kendaraan baru (rupiah)

R = kekasaran permukaan (mm/km)

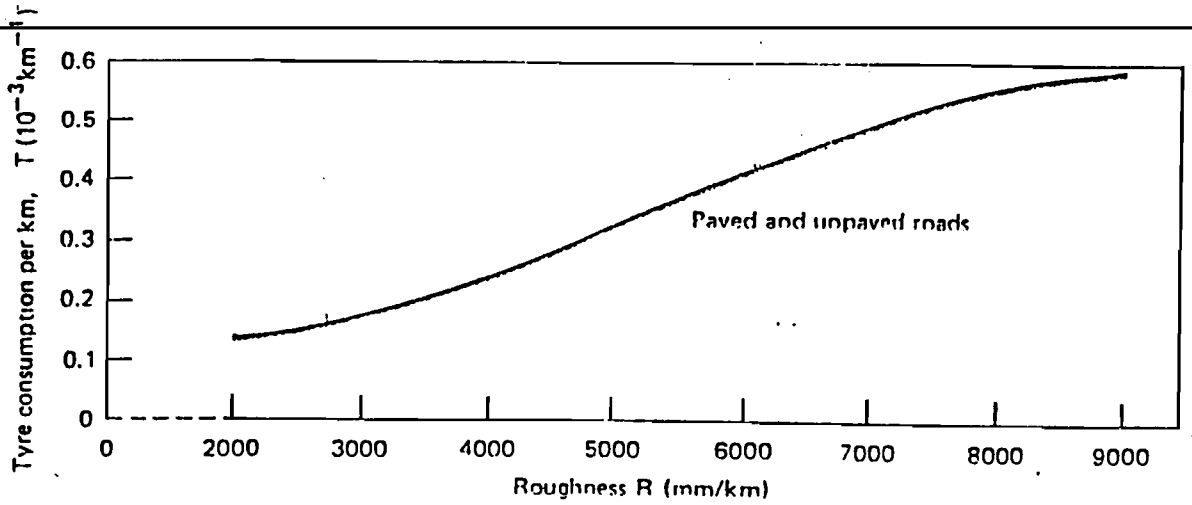
Tabel 2.36. Angka Variabel Taksiran Pemakaian Suku Cadang dan Jam Tenaga Kerja

Tipe Kendaraan	**Variabel**	**Satuan**	**Angka Keamanan Maksimum**
1. Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan	Km rata-rata, K	10^3 km	0 – 100
	Kekasaran, R	mm/km	0 – 7500
2.Kendaraan angkut sedang dan berat	Km rata-rata, K	10^3 km	0 – 400
	Kekasaran, R	mm/km	0 – 7500
3.Bis			
	Km rata-rata, K	10^3 km	0 – 1100
	Kekasaran, R	mm/km	0 – 7500

Sumber : TRRL. Report no.672, "Transport and Road Research Laboratory", U.K.1975.

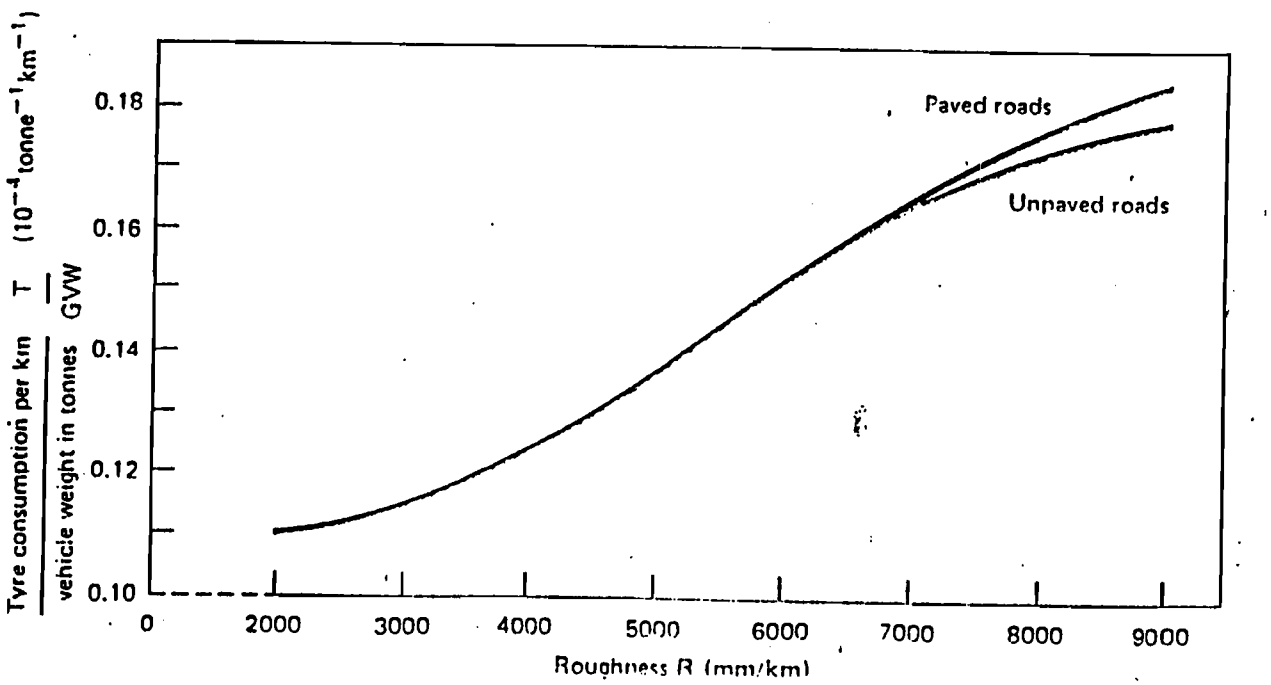
2.11.4.5. Pemakaian Ban Kendaraan (*Tyre Consumption* = TC)

Menurut TRRL pemakaian ban kendaraan atau TC merupakan fungsi dari kekasaran permukaan jalan (R) untuk kendaraan penumpang dan barang ringan. Sedangkan untuk kendaraan sedang berat dan bus maka TC bergantung pada R dan berat bruto kendaraan (GVW). Pemakaian ban dinyatakan dalam kecepatan per 1000 km, seperti tampak pada Gambar 4.5 dan 4.6. Dalam memperkirakan nilai TC ditetapkan nilai maksimum dan minimum R. Kesalahan-kesalahan sangat mungkin terjadi pada R<1500 mm/km (untuk permukaan halus) sehingga untuk kendaraan penumpang dan barang ringan ditetapkan titik acuan senilai 0,03 *tyres pertonne* per 1000 km dan untuk barang sedang, berat, serta bus senilai 0,01 *tyres pertonne* per 1000 km.



Sumber : TRRL Report No. 672, "Transport and Road Research Laboratory" ,U.K 1975

Gambar 2.5 Konsumsi ban kendaraan pada mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan



Sumber : TRRL Report No. 672, "Transport and Road Research Laboratory" ,U.K 1975

Gambar 2.6 Konsumsi ban kendaraan pada kendaraan angkut sedang dan berat

Tabel 2.37. Angka variabel untuk konsumsi ban kendaraan

Tipe Kendaraan	Variabel	Satuan	Jarak
Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan	kekasaran, R	mm/km	0 –7500
Kendaraan angkut sedang dan berat	kekasaran, R	mm/km	0 –7500
Bis	kekasaran, R	mm/km	0 –7500

Sumber : TRRL Report No. 672, "Transport and Road Research Laboratory" ,U.K 1975

Rumus-rumus TRRL yang dipergunakan adalah :

1. Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan

$TC = (- 83 + 0{,}058\ R) \times 10^{-6}$, R>2000 .....(2.82)

$TC = 3.0 \times 10^{-5}$, R<20000 .....(2.83)

2. Kendaraan angkut sedang dan kendaraan angkut berat

$TC = (83 + 0{,}0112\ R) \times 10^{-7}$, R >1500 .....(2.84)

$TC = 1.0 \times 10^{-5}$, R<1500 .....(2.85)

dengan :

TC = kebutuhan ban kendaraan per 1000 km

R = kekasaran permukaan (mm/km)

2.11.4.6. Penyusutan Harga Kendaraan (*Depreciation*)

TRRL menetapkan penyusutan dihitung per tahun per kilometer dan merupakan persentase dari harga kendaraan baru (*cost of new vehicles*=VP) dan dari rata-rata pemakaian kilometer pertahun (*Average Annual Kilometres*=KA) bagi kendaraan penumpang dan barang ringan. Sedangkan kendaraan barang dan berat dan bis tingkat penyusutan per tahun per kilometer merupakan fungsi dari KA, VP dan umur kendaraan. Umur kendaraan penumpang dan barang ringan sebesar 22% untuk tahun pertama, 14% untuk tahun kedua dan 8 % untuk tahun-

tahun selanjutnya. Bagi kendaraan berumur lebih dari 8 tahun, depresiasi adalah nol dan nilainya dianggap konstan sebesar 5% dari nilai kendaraan baru.

Untuk kendaraan barang sedang dan berat serta bis sebesar 31 % untuk tahun pertama, 6,25 % untuk tahun setiap tahun kemudian sampai tahun ke 8 yakni pada waktu nilai kendaraan mencapai 5% dari harga barunya. Jadi depresiasi adalah nol untuk kendaraan berumur lebih dari 8 tahun.

Rumus yang dipergunakan:

1. Mobil penumpang dan kendaraan angkut ringan

   Penurunan harga tahunan per kilometer

   = (0,22 x VP) x KA, untuk kendaraan dengan umur 1 tahun.....(2.86)

   = (0,14 x VP) x KA, untuk kendaraan dengan umur 2 tahun.....(2.87)

   = (0,08 x VP) x KA, untuk kendaraan dengan umur 3-8 tahun.....(2.88)

   = 0, untuk kendaraan dengan umur 8 tahun.....(2.89)

2. Kendaraan angkut sedang dan kendaraan angkut berat

   Penurunan harga tahunan per kilometer

   = (0,31 x VP) x KA, untuk kendaraan dengan umur 1 tahun.....(2.90)

   = (0,065 x VP) x KA x $[(Y)^{1/3}-(Y-1)^{1/3}]$,

   untuk kendaraan dengan umur 2-8 tahun.....(2.91)

   = 0, untuk kendaraan berumur lebih dari 8 tahun .....(2.92)

   keterangan :

   KA = rata-rata jarak tempuh kendaraan (kilometer)

   VP = harga yang sebanding dengan harga kendaraan baru

   Y = umur kendaraan dalam tahun

2.11.4.7. Jam Kerja Awak (*Crew Hours*)

Banyak jam kerja dinyatakan dalam rata-rata per 1000 km untuk berbagai golongan kendaraan dan merupakan fungsi dari jumlah kilometer yang dijalani pertahun atau rata - rata kilometer per tahun (KA) seperti tercantum dalam Tabel 2.38.

Tabel 2.38 Jam kerja awak rata-rata km per tahun

Tipe kendaraan	**Angka rata-rata jam kerja per tahun**	**Jarak rata-rata (km)**
Mobil penumpang	0	20.000
Kendaraan angkut ringan	2000	45.000
Kendaraan angkut sedang	7500	75.000
Kendaraan angkut berat	5000	75.000
Bis	6000	90.000

Sumber : TRRL Report No. 672, "Transport and Road Research Laboratory", U.K.1975

Tabel 2.39 Daftar harga komponen BOK

No	Nama komponen	Harga (Rupiah)
1	Mobil sedan "Honda City" (baru)	Rp. 157.000.000,00
2	Ban Honda City	Rp. 450.000,00 / buah
3	Minyak pelumas " Mesran Super"	Rp. 12.100,00 / liter
4	Bahan bakar "Bensin"	Rp. 1.000,00 / liter

Sumber : Hasil survei di dealer mobil

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimulai dengan mengidentifikasikan jenis data yang dibutuhkan serta kemungkinan sumber-sumber untuk mendapatkannya, kemudian disusun rencana survei.

Secara umum survei dan pengumpulan data yang dilakukan adalah survei dan pengumpulan data ke instansi-instansi terkait serta survei lapangan. Dengan demikian data yang terkumpul dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu data primer dan data sekunder.

3.1.1 Primer

Pengumpulan data secara primer yaitu data yang didapat langsung terhadap permasalahan yang terjadi di lokasi observasi atau pengamatan berupa :

1. Data geometri : lebar masuk kaki simpang, lebar jalan.
2. Data lalulintas : volume lalulintas, waktu tempuh.
3. Data kontrol : marka, rambu dan sinyal

3.1.2 Sekunder

Pengumpulan data secara sekunder yaitu data yang didapat dengan menginventarisasi data yang merujuk pada data dari instansi terkait, seperti :

DLLAJR, dan Biro Pusat Statistik, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2 Lokasi Observasi

Lokasi observasi penelitian ini yaitu persimpangan Sekip, persimpangan Terban, persimpangan SMU 6 serta ruas Jalan C. Simanjuntak menghubungkan ketiga persimpangan tersebut, yang terletak di wilayah Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam gambar lokasi pengamatan (Gambar 3.2).

Secara umum kondisi geometrik jalan pada kedua persimpangan tersebut adalah relatif baik, yaitu terletak pada jalan yang datar dan lurus, tidak terdapat tanjakan, dan sedikit berbelok namun tidak berbahaya. Kondisi lingkungan di sekitar persimpangan merupakan pusat perkantoran, pertokoan dan menghubungkan daerah perdagangan.

Karena letaknya pada jaringan jalan perkotaan, maka arus lalulintas yang melewati kedua persimpangan tersebut adalah arus lalulintas dari dalam perkotaan. Ciri arus lalulintas dalam perkotaan sebagian besar terdiri dari becak, sepeda, sepeda motor, mobil penumpang, minibus, bus dan truk.

3.3 Tahapan Evaluasi

Evaluasi ini dilakukan dalam beberapa tahapan kerja, yang terdiri dari persiapan, pelaksanaan observasi, pengolahan data, analisis dan pembahasan serta kesimpulan. Selanjutnya tahapan kerja tersebut dapat dilihat pada *Flow Chart* Metode Evaluasi Tugas Akhir (Gambar 3.4).

3.4 Pelaksanaan Observasi pada Persimpangan

3.4.1 Instrumen Observasi

Dalam observasi ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan observasi di lapangan sebagai berikut :

1. Formulir observasi untuk pencacahan arus lalulintas
2. Alat tulis
3. Arloji untuk mengetahui dimulai dan diakhirinya waktu pencacahan arus lalulintas
4. Stop watch untuk mencatat waktu nyala lampu lalulintas setiap fase pada setiap kaki persimpangan
5. Pita ukur (meteran) untuk mengukur data geometrik jalan dan persimpangan
6. Counter untuk menghitung jumlah kendaraan yang lewat.

3.4.2 Pengukuran Geometrik Jalan dan Persimpangan

Pelaksanaan pengukuran geometrik persimpangan jalan dilakukan pada waktu malam hari agar tidak mengganggu arus lalulintas yang melewati persimpangan. Pengukuran data geometrik ini meliputi :

1. Pengukuran lebar masuk kaki simpang
2. Pengukuran lebar trotoar
3. Pengukuran lebar jalan.

3.4.3 Pencacahan Arus Lalulintas

Pencacahan arus lalulintas dilakukan untuk mencatat semua jenis kendaraan yang melewati persimpangan Sekip, persimpangan Terban, persimpangan SMU 6 serta ruas Jalan C Simanjuntak. Sasaran pencacahan arus lalulintas ini meliputi semua jenis kendaraan yang lewat dari semua arah gerakan (belok kiri, belok kanan, dan lurus). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Pencacahan kendaraan dilakukan selama 3 hari, setiap harinya dilakukan pada jam-jam sibuk yang diperkirakan volume arus lalulintasnya cukup besar dan didapatkan volume arus rata-rata per jamnya cukup besar pula, sehingga data arus lalulintasnya dianggap dapat mewakili arus lalulintas sehari penuh.

1. Pencacahan arus dilakukan pada :
   a. Senin, 29 November 1999
   b. Rabu, 1 Desember 1999
   c. Sabtu, 4 Desember 1999
2. Jam-jam sibuk yang digunakan adalah sebagai berikut :
   a. Pagi : Jam 07.00 – 09.00 WIB,
   b. Siang : Jam 12.00 – 14.00 WIB,
   c. Sore : Jam 15.00 – 17.00 WIB.

Dari data hasil pencacahan masing-masing persimpangan diambil jumlah arus lalulintas yang terpadat.

Jenis kendaraan yang dicatat dalam pencacahan arus lalulintas adalah sebagai berikut :

Dalam pengukuran lama fase lampu isyarat lalulintas ini digunakan peralatan sebagai berikut :

1. Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat hasil pengukuran lama fase
2. Stop watch yang digunakan untuk mengukur lama fase.

3.5 Pelaksanaan Observasi pada Ruas Jalan

3.5.1 Instrumen Observasi

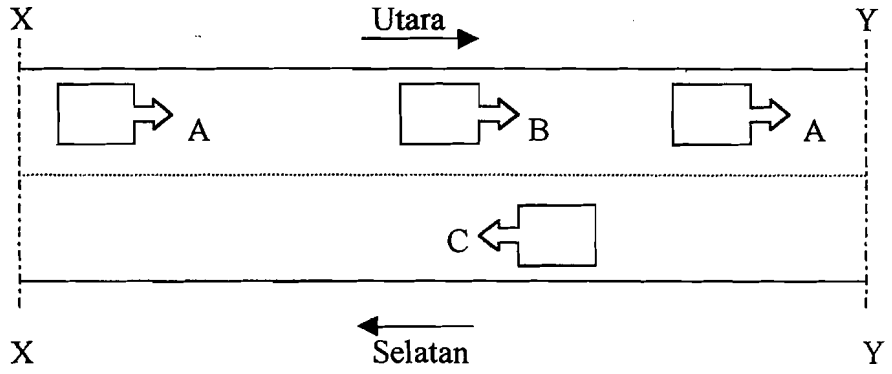
Dalam observasi ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan observasi di lapangan sebagai berikut :

1. Formulir observasi untuk pencacahan arus lalulintas
2. Alat tulis
3. Arloji untuk mengetahui dimulai dan diakhirinya waktu pencacahan arus lalulintas
4. Stop watch untuk mencatat waktu nyala lampu lalulintas setiap fase pada setiap kaki persimpangan
5. Mobil observer (sedan).

3.5.2 Pencacahan Arus dan Waktu Tempuh dengan *Moving Car Observer*

Cara ini dilakukan dengan melakukan perjalanan pada panjang jalan pengamatan secara berputar pada suatu seksi yang dites .

Pada Gambar 3.1 dibawah ini menunjukkan suatu seksi jalan jurusan Utara - Selatan sebagai lokasi pengamatan. Pengamatan dimulai dengan mengumpulkan data yang relevan pada seksi X-X (ke Selatan) ke arah seksi Y-Y (ke Utara), kemudian berputar kembali ke seksi X-X.



Gambar 3.1. Lokasi Tes Metode *Moving Car Observer*

Keterangan Gambar :

X – X = potongan melintang arah Selatan

Y – Y = potongan melintang arah Utara

A = kendaraan yang menyiap (*overtake*)

B = kendaraan yang disiap (*passing*) / kendaraan observer

C = kendaraan yang berlawanan (*opposing*)

3.6 Reduksi Data

Reduksi data adalah menghilangkan data-data dari hasil observasi yang tidak diperlukan dalam analisis disebabkan oleh :

1. Kerusakan sinyal,
2. Cuaca (hujan),
3. Karnaval, dan
4. Tamu kenegaraan.

3.7 Analisis

Perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan bersinyal diselesaikan dengan metode HCM 1994 dan MKJI 1997 yaitu dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam lembar kerja dari HCM 1994 dan MKJI 1997, yang terdapat pada lampiran 1-4. Untuk persimpangan tak bersinyal diselesaikan dengan metode MKJI 1997 yaitu dengan memasukkan data-data survei kedalam lembar kerja yang terdapat pada lampiran 5, sedangkan untuk ruas jalan diselesaikan dengan metode HCM yaitu dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam lembar kerja dari HCM 1994, seperti yang terdapat pada lampiran 6. Untuk analisis biaya operasi kendaraan (BOK) diselesaikan dengan metode TRRL.

3.7.1 Analisis Tingkat Pelayanan pada Persimpangan Bersinyal

3.7.1.1 Langkah-langkah Analisis HCM

1. Modul masukan

Semua data masukan untuk modul ini berdasarkan Tabel 4.2 sampai Tabel 4.9 dan urutan pemasukan data-data ke dalam lembar kerja modul masukan adalah sebagai berikut ini.

1. Persentase kemiringan jalan diisikan sesuai Tabel 4.7
2. Persentase kendaraan berat diisikan sesuai Tabel 4.3
3. Lajur khusus parkir pada persimpangan tidak ada, diisikan N
4. PHF (*Peak Hour Factor*) diisikan sesuai Tabel 4.2
5. Jumlah penyeberang jalan di persimpangan yang diisikan sesuai Tabel 4.4

6. Tidak ada tombol penyeberang jalan, sehingga diisikan N dan waktu hijau minimum untuik penyeberang jalan (GP) dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.1, yaitu : Gp = 7 + (w/4) – y , sebagai berikut :

   a. Persimpangan Sekip

      1. Untuk Jalan Kaliurang, yaitu :

         Gp (NB) = 7 + (w/4) – y

      2. Untuk Jalan Terban, yaitu :

         Gp (EB) = 7 + (w/4) – y

      3. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

         Gp (SB) = 7 + (w/4) – y

      4. Untuk Jalan Prof. DR. Sardjito, yaitu :

         Gp (WB) = 7 + (w/4) – y

   b. Persimpangan Terban

      1. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

         Gp (NB) = 7 + (w/4) – y

      2. Untuk Jalan Jend. Sudirman Timur, yaitu :

         Gp (EB) = 7 + (w/4) – y

      3. Untuk Jalan Jend. Sudirman Barat, Yaitu :

         Gp (WB) = 7 + (w/4) – y

7. Tipe kedatangan untuk persimpangan ini dihitung sesuai dengan persamaan 2.2, yaitu Rp = P (C/g), dengan :

P = perbandingan kendaraan dari seluruh volume kelompok lajur dalam gerakan kedatangan saat fase hijau (%)

C = panjang siklus (det) = G + R + Y

g = waktu hijau efektif untuk gerakan (det) = G + Y – t_L

G = waktu hijau (det)

R = waktu merah (det)

Y = waktu kuning (det)

t_L = total *lost time* tiap gerakan (det)

a. Persimpangan Sekip

1. Untuk Jalan Kaliurang, yaitu :

   Rp (NB) = P(C/g)

2. Untuk Jalan Terban, yaitu :

   Rp (EB) = P(C/g)

3. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

   Rp (SB) = P(C/g)

4. Untuk Jalan Prof. DR. Sardjito, yaitu :

   Rp (WB) = P(C/g)

b. Persimpangan Terban

1. Untuk Jalan C. Simanjuntak, yaitu :

   Rp (NB) = P(C/g)

2. Untuk Jalan Jend. Sudirman Timur, yaitu :

   Rp (EB) = P(C/g)

3. Untuk Jalan Jend. Sudirman Barat, yaitu :

   Rp (WB) = P(C/g)

2. Modul Penyesuaian Volume

Perhitungan pada modul penyesuaian volume ini adalah sebagai berikut :

1. Volume lalulintas perjam pada jam puncak, berdasarkan arah gerakannya dimasukkan dalam kolom 3. Adapun datanya diambil dari Tabel 4.1.
2. Nilai PHF pada Tabel 4.2 dimasukkan ke dalam kolom 4
3. Volume arus sibuk (Vp) tiap gerakan, didapat dengan cara membagi kolom 3 (V = volume kendaraan perjam pada jam puncak) dengan kolom 4 (nilai PHF), dan dimasukkan ke dalam kolom 5
4. Pengelompokan lajur dimasukkan ke dalam kolom 6. Misalnya untuk simpang Sekip, pendekat WB dan SB terdapat sebuah lajur eksklusif (*exclusive lane*) dengan gerakan belok kiri jalan terus (*permitted phasing*). Lajur belok kiri ini terpisah dengan arah gerakan lurus dan belok kanan, oleh karena itu peninjauan harus dipisahkan. Sedangkan pada pendekat NB semua gerakan adalah *protected* (boleh berjalan bila hijau saja dan bersifat *shared lane* karena lajur yang ada berbagi dengan semua arah gerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan)
5. Kolom 7 adalah menunjukkan besar arus kendaraan per jam untuk setiap kelompak lajur (Vg). Merupakan penjumlahan dari kolom 5 (LT + TH + RT).
6. Kolom 8 adalah jumlah lajur terpakai. Misalnya untuk simpang Sekip, pada pendekat NB terdapat dua buah lajur untuk gerakan belok kiri, lurus, dan belok kanan, sehingga pada kolom 8 baris TH diisikan N = 2.

Sedangkan untuk pendekat WB dan SB terdapat satu buah lajur untuk belok kiri (lajur eksklusif atau belok kiri jalan terus), sehingga pada kolom 8 baris LT diisikan N = 1 dan mempunyai satu buah lajur untuk lurus dan belok kanan, sehingga pada kolom 8 baris TH diisikan N = 1

7. Kolom 9 adalah faktor penggunaan lajur (U) yang diperoleh dari Tabel 2.7 untuk jumlah lajur menerus grup = 1 diperoleh faktor pengguna lajur (U = 1,00) dan untuk dua lajur (U = 1,05) sedangkan untuk persimpangan Terban jumlah lajur menerus grup = 2 diperoleh faktor penggunaan lajur (U = 1,05)
8. Kolom 10 adalah hitungan penyesuaian gerakan volume per jam (v), yang didapat dengan cara mengalikan kolom 7 dengan kolom 9.
9. Kolom 11 adalah proporsi kendaraan belok kiri dan belok kanan dalam kelompok lajur, yang diperoleh dengan membagi kolom 5 (besar arus masing-masing arah) dengan kolom 7, yaitu LT/Vg atau Rt/Vg.

3. Modul Standar Arus Jenuh

Cara perhitungan pada modul standar kejenuhan arus (*saturation flow*) adalah sebagai berikut ini.

1. Kolom 2 adalah pengelompokan lajur, seperti pada modul penyesuaian volume kolom 6.
2. Kolom 3 adalah standar kejenuhan arus yang ideal, yaitu sebesar 1900 smp/jam/lajur pada saat lampu hijau

3. Kolom 4 adalah jumlah lajur yang dipakai, seperti modul penyesuaian volume kolom 8
4. Kolom 5 adalah faktor penyesuaian lebar lajur (fw) yang diambil dari Tabel 2.8, berdasarkan lebar satu lajur yaitu dengan interpolasi
   1. Untuk Persimpangan Sekip
      a. Pada pendekat NB (Jalan C. Simanjuntak) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 14,27 *feet* dan dari Tabel 2.8, didapat nilai fw
      b. Pada pendekat WB (Jalan Terban) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 9,515 *feet* dari Tabel 2.8, didapat nilai fw
      c. Pada pendekat SB (Jalan Kaliurang) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 9,515 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
      d. Pada pendekat EB (Jalan Prof. Dr. Sardjito) berdasarkan Tabel 4.6.a lebar satu lajur 13,94 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
   2. Untuk Persimpangan Terban
      a. Pada pendekat SB (Jalan C. Simanjuntak) berdasarkan Tabel 4.6.b lebar satu lajur 8,12 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
      b. Pada pendekat WB (Jalan Jend. Sudirman Timur) berdasarkan Tabel 4.6.b lebar satu lajur 10,335 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw
      c. Pada pendekat EB (Jalan Jend. Sudirman Barat) berdasarkan Tabel 4.6.b satu lajur 10,66 *feet* dan dari Tabel 2.8 didapat nilai fw

5. Kolom 6 adalah faktor kendaraan berat (f_{HV}) untuk setiap lajur yang diambil dari Tabel 2.9. Misalnya untuk lajur belok kiri pendekat SB simpang Sekip (Jalan Kaliurang) dengan prosentase kendaraan berat 0% (Tabel 4.3a) maka berdasarkan Tabel 2.9 didapatkan nilai f_{HV}
6. Kolom 7 adalah faktor kemiringan vertikal (fg) yang diambil dari Tabel 2.10. Misalnya untuk pendekat SB simpang Sekip (Jalan Kaliurang) mempunyai kemiringan 0 % maka berdasarkan Tabel 2.10 didapat fg
7. Kolom 8 adalah faktor penyesuaian kendaraan parkir untuk setiap jamnya (fp) yang diambil dari Tabel 2.11, misalnya untuk pendekat SB simpang Sekip tidak mempunyai lajur parkir khusus maka berdasarkan Tabel 2.11 didapat fp
8. Kolom 9 adalah faktor blokade bis (fbb) yang diambil dari Tabel 2.12, misalnya pada pendekat SB simpang Sekip tidak ada blokade bis, maka berdasarkan Tabel 2.12 didapat fbb
9. Kolom 10 adalah faktor penyesuaian tipe daerah (fa) yang diambil dari Tabel 2.13. persimpangan terletak pada CBD (*Central Bussines District*) yaitu daerah pusat perdagangan, sehingga dari Tabel 2.13 didapat fa
10. Kolom 11 adalah faktor penyesuaian belok kanan (f_{RT}) yang diperoleh dari Tabel 2.14. Gerakan belok kanan dari pendekat EB,WB,NB dan SB simpang Sekip adalah *shared RT* dan *permitted phasing* (Tabel 2.14 pada baris ke-5), artinya untuk gerakan belok kanan tidak disediakan lajur khusus dan diijinkan berjalan hanya pada saat tertentu (lampu

hijau) serta terjadi konflik dengan penyeberang atau kendaraan berlawanan arah saat terjadi gerakan belok. Sehingga nilai (P_{RT}) dari kolom 11 modul penyesuaian volume, kemudian dengan interpolasi dari Tabel 2.14 akan didapat f_{RT} .

11. Kolom 12 adalah faktor penyesuaian belok kiri (f_{LT}) yang diperoleh dari Tabel 2.15. Pada pendekat WBdan SB simpang Sekip adalah *exclusive LT* dan *protected plus permitted phasing* artinya untuk gerakan belok kiri disediakan lajur khusus dan waktu gerakannya tidak terbatas (sepanjang fase lampu). Sehingga nilai P_{LT} yang didapat dari kolom 11 modul penyesuaian volume, kemudian dengan cara interpolasi dari Tabel 2.15 akan didapat f_{LT}.
12. Kolom 13 adalah hitungan penyesuaian arus (s) yang merupakan hasil perkalian antara nilai arus jenuh ideal sebesar 1900 (kolom 3 modul standar kejenuhan arus) dengan semua faktor yang ada. Sesuai dengan persamaan 2.6 yaitu :

$$s = 1900.N.f_w.f_{HV}.f_g.f_p.f_{bb}.f_{LT}.f_{RT}$$

4. Modul Analisis Kapasitas

Pada modul ini dianalisis kapasitas persimpangan. Adapun cara perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. Kolom 1 adalah pengelompokan lajur seperti pada kolom 6 modul penyesuaian volume .
2. Kolom 2 adalah tipe fase.

3. Kolom 3 adalah penyesuaian besar arus per jam (v) seperti pada kolom modul penyesuaian volume.
4. Kolom 4 adalah penyesuaian arus jenuh (s) yang didapat dari kolom 13 modul standar kejenuhan arus.
5. Kolom 5 adalah perbandingan arus (v/s) yang didapat dengan membagi kolom 3 dengan kolom 4.
6. Kolom 6 adalah perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran (g/C).
7. Kolom 7 adalah kapasitas kelompok lajur (c) yang didapat dengan mengalikan kolom 4 dengan kolom 6.
8. Kolom 8 adalah perbandingan volume dengan kapasitas (X) yang didapat dengan membagi kolom 3 dengan kolom 7.
9. Kolom 9 adalah tanda untuk kelompok lajur kritis kelompok lajur dengan rasio arus (v/s) tertinggi pada tiap fase atau kumpulan fase.
10. Jumlah dari nilai Xct untuk kelompok lajur kritis adalah Y = Σ(v/s)ct
11. Perbandingan volume dengan kapasitas kritis persimpangan (Xc) adalah sesuai dengan persamaan 2.8 yaitu :

$$Xc = \Sigma(v/s)ct.C/(C-L) = Y.C/(Cc-L)$$

5. Modul Analisis Tingkat Pelayanan

Modul analisis tingkat pelayanan ini dihitung dengan cara sebagai berikut ini.

1. Kolom 1 adalah pengelompokan lajur seperti pada kolom 6 modul penyesuaian volume.
2. Kolom 2 adalah perbandingan volume dengan kapasitas (X) yang didapat dari kolom 8 modul analisis kapasitas.
3. Kolom 3 adalah perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran (g/C) yang didapat dari kolom 6 modul analisis kapasitas.
4. Kolom 4 adalah penundaan pertama (d_1) yang didapat dari perhitungan dengan persamaan 2.10, yaitu :

   $d_1 = 0{,}38.C.[1-(g/C)]^2/[1-(g/C).(X)]$
5. Kolom 5 adalah faktor penyesuaian *delay* (DF) yang diambil dari Tabel 2.17.
6. Kolom 6 adalah kapasitas kelompok lajur (c) yang didapat dari kolom 7 modul analisis kapasitas.
7. Kolom 7 adalah faktor kalibrasi penambahan *delay* (m) yang diperoleh dari Tabel 2.17.
8. Kolom 8 adalah *delay* tambahan / penundaan kedua (d_2) yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.11 yaitu :

   $d_2 = 173 \times X^2[(X-1)+[(X-1)^2+(MX/C)]^{0,5}]$
9. Kolom 9 adalah perhitungan penundaan kelompok lajur yang didapat dengan mengalikan kolom 4 dengan kolom 5 dan ditambahkan dengan kolom 8

10. Kolom 10 adalah tingkat pelayanan kelompok lajur yang didapat dari hasil hitungan penundaan kelompok lajur dibandingkan dengan kriteria yang ada (Tabel 2.1)
11. Kolom 11 adalah penundaan pada pendekat yang didapat dari persamaan 2.12 yaitu $d = \sum di \,.\, vi \,./\, \sum vi$
12. Kolom 12 adalah tingkat pelayanan pada pendekat yang didapat dari hasil perhitungan penundaan pada pendekat dibandingkan dengan kriteria yang ada (Tabel 2.1)
13. Penundaan pada persimpangan didapat dengan menggunakan persamaan 2.13, yaitu :

    $d = \sum d_A \,.\, v_A \,/\, \sum v_A$

3.7.1.2 Langkah-langkah Menurut MKJI 1997

1. LANGKAH A : DATA MASUKAN

a. LANGKAH A-1 : GEOMETRIK, PENGATURAN LALULINTAS DAN KONDISI LINGKUNGAN (Form SIG-I)

Langkah ini menggambarkan kondisi geometrik, pengaturan lalulintas dan kondisi arus lalulintas, dengan memasukkan data-data hasil survei ke dalam Formulir SIG-I, urutan memasukkan data-data tersebut adalah sebagai berikut :

1). Informasi untuk diisi pada bagian atas Form SIG-I, yaitu :

a). Umum

Isilah tanggal, dikerjakan oleh, kota, simpang dan waktu pada judul formulir.

b). Ukuran kota

Masukkan jumlah penduduk perkotaan.

c). Fase dan waktu sinyal

Gunakan kotak-kotak di bawah judul Formulir SIG-I untuk menggambar diagram-diagram fase yang ada (jika ada). Masukkan waktu hijau (g) dan waktu antar hijau (IG) yang ada pada setiap kotak, dan masukkan waktu siklus dan waktu hilang total (LTI = Σ IG) untuk kasus yang ditinjau (jika ada).

d). Belok kiri langsung

Tunjukkan dalam diagram-diagram fase dalam pendekat-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan (gerakan membelok tersebut dapat dilakukan dalam semua fase tanpa memperhatikan sinyal).

2). Informasi untuk diisi pada bagian bawah Form SIG-I adalah sebagai berikut :

a). Kode pendekat (kolom 1)

Gunakan Utara, Selatan, Timur, Barat atau tanda lainnya yang jelas untuk menamakan pendekat-pendekat tersebut.

b). Tipe lingkungan jalan (kolom 2)

Masukkan tipe lingkungan jalan (COM = komersial; RES = pemukiman; RA = akses terbatas) untuk setiap pendekat.

c). Tingkat hambatan samping (kolom 3)

Masukkan tingkat hambatan samping tinggi atau rendah.

d). Median (kolom 4)

Masukkan jika terdapat median pada bagian kanan dari garis henti dalam pendekat (ya atau tidak).

e). Kelandaian (kolom 5)

Masukkan kelandaian dalam % (naik = + % ; turun = - %).

f). Belok kiri langsung (kolom 6)

Masukkan jika belok kiri langsung (LTOR) diijinkan (ya atau tidak).

g). Jarak ke kendaraan parkir (kolom 7)

Masukkan jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.

h). Lebar pendekat (kolom 8 -11)

Masukkan, dari sketsa, lebar bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat (hulu dari titik belok untuk LTOR), belok kiri langsung, tempat masuk dan tempat keluar.

b. LANGKAH A-2 : KONDISI ARUS LALULINTAS (Formulir SIG-II)

1). Jika data lalulintas rinci dengan distribusi jenis kendaraan untuk masing-masing gerakan beloknya tersedia, maka Formulir SIG-II dapat digunakan. Masukkan data arus lalulintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam kend/jam pada kolom 3,6,9 dan arus kendaraan tak bermotor pada kolom 17. Semua gerakan lalulintas di dalam simpang harus dicatat pada Formulir SIG-II, juga untuk belok kiri langsung (LTOR). Tetapi gerakan LTOR tidak dimasukkan dalam perhitungan waktu sinyal seperti diuraikan dalam langkah C, (tetapi

sudah diperhitungkan dalam perhitungan perilaku lalulintas dalam langkah E).

2). Arus lalulintas dihitung dalm smp/jam bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan dengan menggunakan emp berikut ini.

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda motor (MC)	0,2	0,4

Hasilnya dimasukkan pada kolom 4, 5, 7, 8, 10 dan 11.

3). Arus lalulintas total Q_{MV} dihitung dalam kend/jam pada masing-masing pendekat untuk kondisi-kondisi arus berangkat terlindung atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan). Dan hasilnya dimasukkan dalam kolom 12 dan 14.

4). Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri P_{LT} dan rasio belok kanan P_{RT} dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 15 dan 16 pada baris yang sesuai untuk arus LT dan RT :

P_{LT} = LT (smp/jam) / Total (smp/jam)

P_{RT} = RT (smp/jam) / Total (smp/jam)

5). Rasio kendaraan tak bermotor dihitung dengan membagi arus kendaraan tak bermotor Q_{UM} kend/jam pada kolom 17 dengan arus kendaraan bermotor Q_{MV} kend/jam pada kolom 12 dan diisikan pada kolom 18.

$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV}$

2. LANGKAH B : PENGGUNAAN SINYAL

a. LANGKAH B-1 : PENENTUAN FASE SINYAL (Formulir SIG-IV)

Dalam penentuan fase sinyal ada dua langkah sebagai berikut :

1). Pilih fase sinyal

Biasanya pengaturan dua fase dicoba sebagai kejadian dasar karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal lain dengan pengatur fase yang biasa dengan pengatur fase yang konvensional.

2). Fase sinyal yang dipilih digambar dalam kotak yang disediakan pada Formulir SIG-IV.

b. LANGKAH B-2 : WAKTU ANTAR HIJAU DAN WAKTU HILANG

Dalam penentuan waktu antar hijau dan waktu antar hilang ada dua langkah, yaitu :

1). Menentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan waktu antar hijau (IG) per fase.

2). Menentukan waktu hilang (LTI) sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus, dan hasilnya dimasukkan ke dalam bagian bawah pada kolom 4 pada Formulir SIG-IV.

3. LANGKAH C : PENENTUAN WAKTU SINYAL

Langkah C meliputi penentuan faktor-faktor berikut :

C-1 : Tipe pendekat

C-2 : Lebar pendekat efektif

C-3 : Arus jenuh dasar

C-4 : Faktor penyesuaian

C-5 : Rasio arus / arus jenuh

C-6 : Waktu siklus dan waktu hijau

Perhitungan-perhitungan dimasukkan ke dalam Formulir SIG-IV.

Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

a. LANGKAH C-1 : TIPE PENDEKAT

1). Identifikasi dari setiap pendekat dimasukkan ke dalam baris pada Formulir SIG-IV kolom 1.

2). Nomor dari fase masing-masing pendekat/gerakannya mempunyai nyala hijau dimasukkan pada kolom 2.

3). Menentukan tipe dari setiap terlindung (P) atau terlawan (O) dengan bantuan Gambar C-1:1 (terlampir), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 3.

4). Sketsa yang menunjukkan arus-arus dengan arahnya dibuat pada Formulir SIG-II kolom 13-14 dalam smp/jam pada kotak sudut kiri atas Formulir SIG-IV (pilih hasil yang sesuai untuk kondisi terlindung (Tipe P) atau terlawan (Tipe O) sebagaimana tercatat pada kolom 3).

5). Rasio kendaraan berbelok (P_{LTOR} atau P_{LT}, P_{RT}) untuk setiap pendekat (dari Formulir SIG-II kolom 15-16) dimasukkan pada kolom 4-6.

6). Dari sketsa arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam, dalam arahnya sendiri (Q_{RT}) dimasukkan pada kolom 7 untuk masing-masing pendekat

(dari Formulir SIG-II kolom 14). Dimasukkan juga untuk pendekat Tipe O arus kendaraan belok kanan, dalam arah yang berlawanan (Q_{RTO}) pada kolom 8 (dari Formulir SIG-II kolom 14).

b. LANGKAH C-2 : LEBAR PENDEKAT EFEKTIF

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

a).PROSEDUR UNTUK PENDEKAT TANPA BELOK KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar keluar diperiksa (hanya untuk pendekat Tipe P).

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

b).PROSEDUR UNTUK PENDEKAT DENGAN BELOK KIRI LANGSUNG (LTOR)

Lebar efektif (We) dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalulintas, penentuan lebar masuk (W_{MASUK}) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar C-2:1 (terlampir), atau untuk pendekat tanpa pulau lalulintas yang ditunjukkan pada bagian kanan dari gambar. Persamaan di bawah dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.

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

Langkah A:1 : Lalulintas belok kiri langsung Q_{LTOR} dikeluarkan dari perhitungan selanjutnya pada Formulir SIG-IV (yaitu $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$). Menentukan lebar pendekat dengan persamaan berikut ini.

$$We = \min \frac{W_A - W_{LTOR}}{W_{MASUK}}$$

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

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

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

Langkah B:1 : Sertakan Q_{LTOR} pada perhitungan selanjutnya.

$$We = \min W_A$$

$$= W_{MASUK} + W_{LTOR}$$

$$= W_A \times (1 + P_{LTOR}) = W_{LTOR}$$

Langkah B:2 : Lebar keluar diperiksa (hanya untuk pendekat Tipe P)

Jika W_{KELUAR} < We x (1 – P_{RT} – P_{LTOR}). We sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR}, dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja (yaitu Q = Q_{ST} pada Formulir SIG-IV kolom 18).

c. LANGKAH C-3 : ARUS JENUH DASAR

1). Arus jenuh dasar (So) untuk setiap pendekat ditentukan seperti diuraikan di bawah, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

a). Untuk pendekat Tipe P (arus terlindung)

So = 600 x We smp/jam hijau, atau lihat Gambar C-3 : 1 (terlampir).

b). Untuk pendekat Tipe O (arus berangkat terlawan)

So ditentukan dari Gambar C-3:2 (untuk pendekat tanpa lajur belok kanan terpisah) dan Gambar C-3:3 (untuk pendekat dengan lajur belok kanan terpisah) sebagai fungsi dari We, Q_{RT} dan Q_{RTO}.

Gambar-gambar tersebut (terlampir) digunakan untuk mendapatkan nilai arus jenuh pada keadaan dimana lebar pendekat lebih besar dan lebih kecil daripada We sesungguhnya dan hasilnya dihitung dengan interpolasi.

d. LANGKAH C-4 : FAKTOR PENYESUAIAN

1). Menentukan faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar untuk kedua tipe pandekat P dan O sebagai berikut :

a). Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel C-4:3 (terlampir) sebagai fungsi dari ukuran kota yang tercatat pada Formulir SIG-I. Hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 11.

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

Tabel C-4:3 Faktor penyesuaian ukuran kota

b). Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari Tabel C-4:4 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping (tercatat dalam Formulir SIG-I), dan rasio kendaraan tak bermotor (dari Formulir SIG – I kolom 18). Hasilnya dimasukkan ke dalam kolom 12. Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap sebagai tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	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

Tabel C-4:4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{SF})

c). Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan dari Gambar C-4:1 (terlampir) sebagai fungsi dari kelandaian (Grad) yang tercatat pada

Formulir SIG-1, dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 13 pada Formulir SIG-IV.

d). Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari Gambar C-4:2 (terlampir) sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama (kolom 7 pada Formulir SIG-IV). hasilnya dimasukkan kedalam kolom 14. Faktor ini dapat juga diterapkan untuk kasus-kasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. ini tidak perlu diterapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.

Fp dapat juga dihitung dari persamaan 2.15, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau.

2). Menentukan faktor untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P sebagai berikut :

a). Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{RT} (dari kolom 6) menggunakan persamaan 2.16, dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 15.

b). Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri P_{LT} tercatat pada kolom 5 pada formulir SIG-IV, menggunakan persamaan 2.17 dan hasilnya dimasukkan kedalam kolom 16.

2). Nilai arus jenuh disesuaikan

Nilai arus jenuh disesuaikan dihitung dengan persamaan 2.18, hasilnya dimasukkan pada kolom 17

c. LANGKAH C-5 : RASIO ARUS/RASIO ARUS JENUH

1). Arus lalulintas masing-masing pendekat (Q) dari formulir SIG-II kolom 13 (terlindung) atau kolom 14 (terlawan) dimasukkan ke dalam kolom 18 formulir SIG-IV.

2). Rasio arus (FR) masing-masing pendekat dihitung dengan persamaan 26, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 19

3). Beri tanda rasio arus kritis (FR_{CRIT}) pada masing-masing fase dengan melingkarinya pada kolom 19

4). Rasio arus simpang (IFR) dihitung dengan persamaan 27 sebagai junlah dari nilai-nilai FR yang dilingkari pada kolom19, dan hasilnya dimasukkan kedalam kotak pada bagian terbawah kolom 19

5). Rasio fase (PR) pada masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR, dihitung dengan persamaan 28 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 20.

d. LANGKAH C-6: WAKTU SIKLUS DAN WAKTU HIJAU

1). Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}) dihitung untuk pengendalian waktu tetap, dengan menggunakan persamaan 2.19 dan hasilnya dimasukkan kedalam kotak dengan tanda waktu siklus pada bagian terbawah kolom 11 pada formulir SIG-IV.

2). Waktu hijau

Waktu hijau (untuk masing-masing fase dihitung dengan persamaan 2.20)

3). Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waku hilang (LTI) dihitung menggunakan persamaan 31 dan hasilnya dimasukkan ada bagian terbawah kolom 11 dalam kotak dengan tanda waktu siklus yang disesuaikan.

4. LANGKAH D : KAPASITAS

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

Perhitungan- perhitungan dimasukkan kedalam formulir SIG-IV

a. Langkah D-1: Kapasitas

1). Kapasitas masing-masing pendekat dihitung dengan persamaan 2.21 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 22. Nilai S didapat dari kolom 17, g dan c dari kolom 11 (bagian terbawah)

2). Derajat kejenuhan masing – masing pendekat dihitung dengan persamaan 2.22 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 23.

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat-pendekat kritis.

b. LANGKAH D-2 : KEPERLUAN UNTUK PERUBAHAN

Jika waktu siklus yang dihitung pada langkah C-6 lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya juga lebih tinggi dari 0,85. Ini berarti bahwa simpang tersebut

mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalulintas puncak. Kemungkianan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan :

1). Penambahan lebar pendekat

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

2). Perubahan fasenya

Jika pendekat dengan berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (P_{RT}) tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi (FR>0,8), suatu rencana alternatif dengan fase terpisah untuk lalulintas belok kanan mungkin akan sesuai jika simpang dioperasikan dengan empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing-masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan belok kanan tidak terlalu tinggi (<200 smp/jam).

3). Pelarangan gerakan-gerakan belok kanan

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal ini menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen yang tetap, perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang berdekatan.

5. LANGKAH E : PERILAKU LALULINTAS

Langkah E meliputi penentuan perilaku lalulintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tertunda. perhitungan-perhitungan dikerjakan dengan menggunakan formulir SIG-V

a. LANGKAH E-1 : PERSIAPAN

1). Informasi-informasi yang diperlukan diisikan kedalam judul dari formulir SIG-V.

2). Kode pendekat dimasukkan pada kolom 1 (sama seperti kolom 1 pada formulir SIG-IV). untuk pendekat dengan keberangkatan lebih dari satu fase hanya satu baris untuk gabungan fase yang dimasukkan.

3). Arus lalulintas (Q) masing-masing pendekat dimasukkan pada kolom 2 (dari formulir SIG-IV) kolom 18).

4). Kapasitas (C) masing – masing pendekat dimasukkan pada kolom 3 (dari kolom 22 pada formulir SIG-IV).

5). Derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat dimasukkan pada kolom 4 (dari formulir SIG -IV kolom 25)

6). Rasio hijau (GR = g/c) masing-masing pendekat dari hasil penyesuaian pada formulir SIG-IV (kolom 11 terbawah dan kolom 21), dihitung dan hasilnya dimasukkan pada kolom 5.

7). Arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang diperoleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR dimasukkan pada formulir SIG-II, kolom 13 (terlindung), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 2 pada baris untuk gerakan LTOR pada formulir SIG-V.

8). Dalam kotak dibawah kolom 2, dimasukkan pendekat yang keluarnya telah menentukan lebar efektif pendekat

b. LANGKAH E-2: PANJANG ANTRIAN

1). Hasil perhitungan derajat kejenuhan (kolom 5) digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dengan persamaan 2.23 dan 2.24, masukkan hasilnya pada kolom 6.

2). Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2), dihitung menggunakan persamaan 2.25 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 7.

3). Jumlah kendaraan antri didapat dari persamaan dibawah ini dan hasilnya dimasukkan pada kolom 8 : $NQ = NQ_1 + NQ_2$

4). Untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%) digunakan Gambar E-2:2 dan hasil nilai NQ_{MAX} dimasukkan pada kolom 9. Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $P_{OL} \leq 5$ %, untuk operasi suatu nilai 5 – 10 % mungkin dapat diterima.

5). Panjang antrian (QL) dihitung dengan mengalikan NQ_{MAX} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) kemudian bagilah dengan lebar masuknya sesuai persamaan 2.25, dan hasilnya dimasukkan pada kolom 10.

c. LANGKAH E-3 : KENDARAAN TERHENTI

1). Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam

antrian) dihitung dengan persamaan 2.26 atau pada gambar E-3:1. NS adalah fungsi dari NQ (kolom 8) dibagi dengan waktu siklus (dari formulir SIG-IV). Hasilnya dimasukkan pada kolom 11.

2). Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) masing-masing pendekat dihitung dengan persamaan 2.27 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 12.

3). Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam, dan hasilnya dimasukkan pada bagian terbawah kolom (12)

c. LANGKAH E-4 : TUNDAAN

1). Tundaan lalulintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akceklik 1988), dihitung menggunakan persamaan 2.28 atau dengan Gambar E-4:1 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 13

2). Ditentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah dengan persamaan 2.29. Hasil tundaan geometri rata-rata dimasukkan pada kolom 14

3). Ditentukan tundaan geometrik gerakan lalulintas dengan belok kiri langsung (LTOR) sebagai berikut :

a). Arus total dari gerakan LTOR dalam smp/jam dimasukkan pada kolom 2 (dari Form SIG-II, gerakan terlindung) pada baris khusus untuk keperluan ini

b). Tundaan rata-rata = 6 detik dimasukkan pada kolom 15

4). Tundaan rata-rata (det/smp) sebagai jumlah dari kolom 13 dan 14 dan hasilnya dimasukkan pada kolom 15

5). Tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata (kolom 15) dengan arus lalulintas (kolom 2), dan hasilnya dimasukkan pada kolom 16.

6). Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan pada kolom 16 dengan arus total (Q_{TOT}) dalam smp/jam yang dicatat dibagian bawah kolom 2 pada Form SIG-V sesuai persamaan 2.30.

Nilai tersebut dimasukkan kedalam kotak paling bawah pada kolom 16.

3.7.2 Analisis Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal

Pada formulir USIG-II (lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas, perilaku lalulintas) memuat analisis sebagai usaha untuk mencari penyelesaian masalah terhadap simpang tiga Jalan C. Simanjuntak Utara - Jalan Prof. Kahar Muzakkir – Jalan C. Simanjuntak Selatan.

Modul yang disiapkan untuk analisis adalah sebagai berikut ini.

1. Modul lebar pendekat dan tipe simpang

Pada modul ini memuat data dari kondisi awal jalan serta data baru sebagai alternatif usaha penyelesaian masalah yang masih berkaitan dengan modul berikut pada formulir USIG-II ini. Adapun data yang dimasukkan dalam lembar kerja tersebut adalah sebagai berikut ini.

a. Urutan alternatif ditempatkan pada kolom paling kiri

b. Jumlah lengan yang terdapat pada simpang diisikan pada kolom 1

c. Lebar pendekat baik pada jalan minor maupun pada jalan mayor (utama) diisikan pada kolom 2,3,5,6.

d. Lebar rata-rata pendekat jalan minor diisikan pada kolom 4

e. Lebar rata-rata pendekat jalan mayor diisikan pada kolom 7

f. Lebar pendekat rata-rata (W_I) dari jalan minor maupun jalan mayor diisikan pada kolom 8

g. Jumlah lajur pada jalan minor dan mayor diisikan pada kolom 8 dan 9

h. Tipe simpang yang disesuaikan dengan Tabel 2.24 diisikan pada kolom 11

2. Modul kapasitas

Pengisian lembar kerja pada modul kapasitas ini adalah sebagai berikut ini

a. Alternatif pilihan yang disesuaikan dengan alternatif pada modul pertama pada USIG-II , ditempatkan pada kolom paling kiri.

b. Besarnya kapasitas (C_O) dalam smp/jam yang disesuaikan dengan Tabel 2.25, diisikan pada kolom 20.

c. Faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (F_W) yang disesuaikan dengan rumus yang ada pada Tabel 2.26, diisikan pada kolom 21.

d. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) yang disesuaikan dengan Tabel 2.27, diisikan pada kolom 22

e. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) yang disesuaikan dengan Tabel 2.28 diisikan pada kolom 23

1. Becak,
2. Sepeda,
3. Sepeda motor,
4. Mobil penumpang,
5. Minibus,
6. Bus,
7. Truk.

Dari pencacahan arus lalulintas ini diperoleh jumlah dari setiap jenis kendaraan pada masing-masing kaki persimpangan sesuai dengan arah gerakannya. Penjumlahan setiap jenis kendaraan dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Nilai faktor satuan mobil penumpang diambil dari hasil penelitian nilai smp untuk persimpangan yang berlampu lalulintas di Yogyakarta, 1987 oleh Sukarno dkk.

3.4.4 Pencatatan Lama Fase Lampu Isyarat Lalulintas

Pengukuran lama fase lampu pengatur lalulintas termasuk pengukuran waktu nyala hijau dilakukan sebanyak 10 kali untuk masing-masing lampu pada setiap pendekat, kemudian diambil rata-rata dari semua pengukuran tersebut. Dengan cara tersebut diharapkan akan didapat hasil pengukuran yang lebih teliti.

Di lokasi observasi, tipe pengoperasian lampu isyarat lalulintas adalah secara *Pretime Operation*, yaitu pengaturan lampu isyarat dengan waktu putaran yang konstan, panjang waktu putarnya selalu tetap.

f. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{RSU}), yang disesuaikan dengan Tabel 2.30, diisikan pada kolom 24

g. Faktor belok kiri (F_{LT}) yang disesuaikan dengan rumus 2.41, diisikan pada kolom 25

h. Faktor belok kanan (F_{RT}) yang disesuaikan dengan ketentuan untuk simpang jalan tiga lengan yaitu 1 , diisikan pada kolom 26

i. Faktor rasio minor/total (minor + mayor) yang disesuaikan dengan Tabel 2.31, diisikan pada kolom 27

j. Kapasitas (C) dalam smp/jam yang merupakan hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_O) dengan faktor penyesuaian kapasitas (F), diisikan pada kolom 28

3. Modul Perilaku Lalulintas

Pada modul ini memuat perhitungan akhir yang mana dapat diketahui apakah faktor serta data pendukung baik awal maupun data baru dapat memenuhi sasaran yang diinginkan. Adapun urutan analisisnya adalah sebagai berikut ini.

a. Alternatif pilihan yang masih disesuaikan dengan modul sebelumnya pada USIG-II ditempatkan pada kolom paling kiri.

b. Arus lalulintas (Q) dalam smp/jam yang didapatkan dari formulir USIG-I baris ke kolom 10. Besarnya arus ini diisikan pada kolom 30

c. Derajat kejenuhan (DS) merupakan hasil dari pembagian arus lalulintas (kolom 30) dengan kapasitas (kolom 28), diisikan pada kolom 31.

d. Tundaan lalulintas simpang (DT_I) yang disesuaikan dengan rumus 2.44 dan 2.45, diisikan pada kolom 32.

e. Tundaan lalulintas simpang jalan mayor (DT_{MA}) yang disesuaikan dengan rumus 2.46 dan 2.47, diisikan pada kolom 33.

f. Tundaan lalulintas simpang jalan minor (DT_{MI}) yang disesuaikan dengan rumus 2.48 , diisikan pada kolom 34.

g. Tundaan geometrik simpang (DG) yang disesuaikan dengan rumus 2.49 , diisikan pada kolom 35.

h. Tundaan simpang (D) yang disesuaikan dengan rumus 2.50, diisikan pada kolom 36.

i. Panjang antrian (QP %) yang disesuaikan dengan rumus 2.51 dan 2.52, diisikan pada kolom 37.

3.7.3 Analisis Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

Adapun Langkah – langkah analisis dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menetapkan lokasi ruas jalan yang akan dianalisis serta segmennya
2. Menentukan panjang ruas jalan yang diamati, yang didapat dari hasil survei di lokasi dan diisikan pada kolom 2
3. Menentukan kelas jalan dari ruas jalan yang ditinjau, yang didapat dari survei di instansi terkait, diisikan pada kolom 3
4. Menghitung *running time* yang didapat dari hasil observasi dengan metode *moving car*, kemudian di hitung dengan menggunakan persamaan 2.53 - 2.54, diisikan pada kolom 6
5. Menentukan tundaan simpang rata-rata, yang didapat dari hasil analisis simpang bersinyal sebelumnya dan diisikan pada kolom 7

6. Menentukan jumlah waktu total (*sum of time*) dengan menjumlahkan hasil dari kolom 7 dan kolom 9
7. Menentukan jumlah panjang ruas jalan total, yang didapat dari hasil survei dan diisikan pada kolom 10
8. Menghitung kecepatan kendaraan pada ruas jalan dengan menggunakan persamaan 2.56 dan diisikan pada kolom 10
9. Menentukan tingkat pelayanan ruas jalan tersebut berdasarkan kecepatan yang didapat dari kolom 10 dan diisikan pada kolom 11.

3.7.4 Analisis BOK dengan Metode TRRL

Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan ini untuk kelas mobil penumpang dengan jenis mobil sedan (diambil sedan Honda City) dan rute Jalan C. Simanjuntak dengan panjang 0,6 km.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah

1. Tanjakan (RS) : 0
2. Turunan (F) : 0
3. Harga kendaraan (VP) : lihat Tabel 2.39
4. Harga ban kendaraan : lihat Tabel 2.39
5. Harga minyak pelumas : lihat Tabel 2.39
6. Harga bahan bakar : lihat Tabel 2.39
7. Garansi : lihat Tabel 2.39
8. Kekasaran (mm/km) : 1800
9. Berat bruto/rasio berat kendaraan (ton)/(BHP/ton) : lihat Tabel 2.33
10. Nilai KA (km/th) : lihat Tabel 2.38

Langkah-langkah perhitungan Biaya Operasi Kendaraan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kecepatan kendaraan berdasarkan hasil analisis *running time*
2. Menghitung komponen konsumsi bahan bakar dengan melihat kecepatan dan geometrik jalan, dengan menggunakan persamaan 2.66

   $FL = (53,4 + 499/V + 0,0058\ V^2 + 1,594\ RS - 0,854\ F) \times 1,08$
3. Menentukan penggunaan komponen konsumsi bahan pelumas, yaitu berdasarkan Tabel 2.35 dilihat dari faktor perkerasan maka konsumsi oli adalah FO = 1,2 liter/1000 km.
4. Menghitung komponen perawatan kendaraan, dibagi dalam :
   a. Pemakaian suku cadang, dengan melihat faktor jarak tempuh kendaraan yaitu bila KA > 10.000 (lihat Tabel 2.38, KA=20.000), dihitung dengan menggunakan persamaan 2.70

      $$PC = (-2,03 + 0,0018\ R) \times KA \times 10^{-11} \times VP$$

   b. Biaya tenaga kerja perawatan/mekanik diperhitungkan dari rasio PC/VP dan faktor R. (diketahui R =1800), dihitung dengan menggunakan persamaan 2.76

      $$LH = (851 - 0,0788R) \times PC/VP$$
5. Menghitung komponen pemakaian ban kendaraan dengan melihat faktor R dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.82

   $$TC = (-83 + 0,058\ R) \times 10^{-6}$$
6. Menghitung depresiasi kendaraan dengan melihat harga kendaraan dan jarak tempuh kendaraan, serta tahun pemakaiannya. Besarnya jarak tempuh kendaraan dan tahun pemakaiannya diperhitungkan dari garansi yang

diberikan oleh dealer. Pemberian garansi perawatan dan penggantian suku cadang biasanya diambil maksimal selama 2 tahun pemakaian, sehingga dalam 2 tahun tersebut konsumsi perawatan suku cadang masih dibebankan pada dealer, dan mengakibatkan depresiasi tidak berpengaruh banyak. Dan umur kendaraan pada depresiasi ini diperhitungkan dari nilai minimal beban biaya yang ditanggung pemilik yaitu 2 tahun, dihitung dengan menggunakan persamaan 2.87

DP = (0,14 x VP) / KA

7. Jam kerja awak dengan mengambil nilai rata-rata jam kerja pada Tabel 2.38

   LH = 0 (untuk mobil penumpang)

8. Menghitung Biaya Operasi Kendaraan berdasarkan komponen-komponennya (hasil hitungan dari point 2 sampai dengan point 7)

   a. Konsumsi Bahan Bakar = FL x Jarak x Harga Bahan Bakar / 1000

   b. Konsumsi Minyak Pelumas = FO x Jarak x Harga Minyak Pelumas/1000

   c. Pemakaian Suku Cadang = PC x Jarak x Harga Depresiasi per jam/1000

   d. Pemakaian Tenaga Kerja:

      1) Berdasarkan pemakaian suku cadang

         = LH x Jarak x Upah Tenaga Kerja per jam /1000

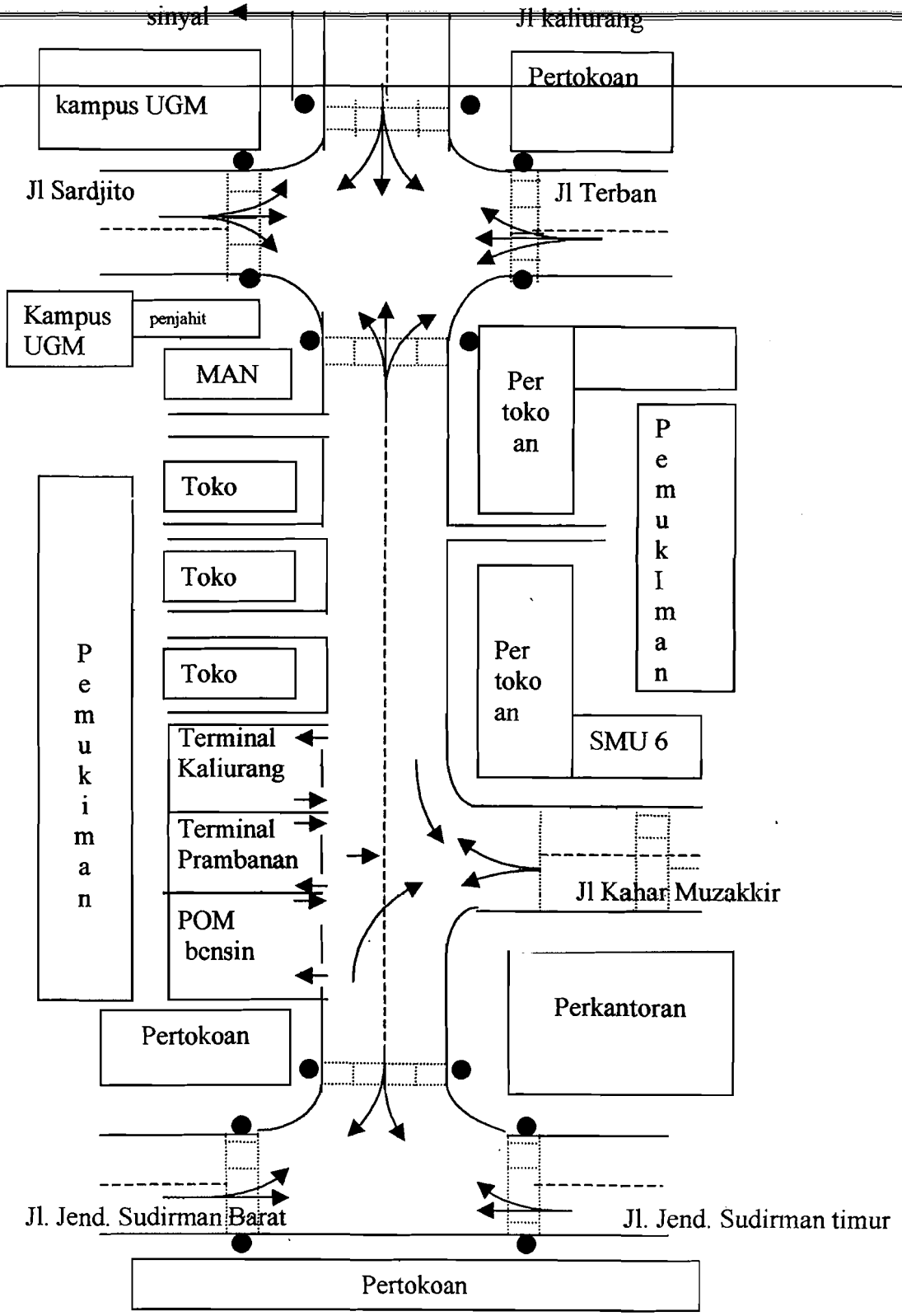
      2) Berdasarkan pemakaian tenaga kerja

         = (TK/ 8640) x Harga ban kendaraan / 1000

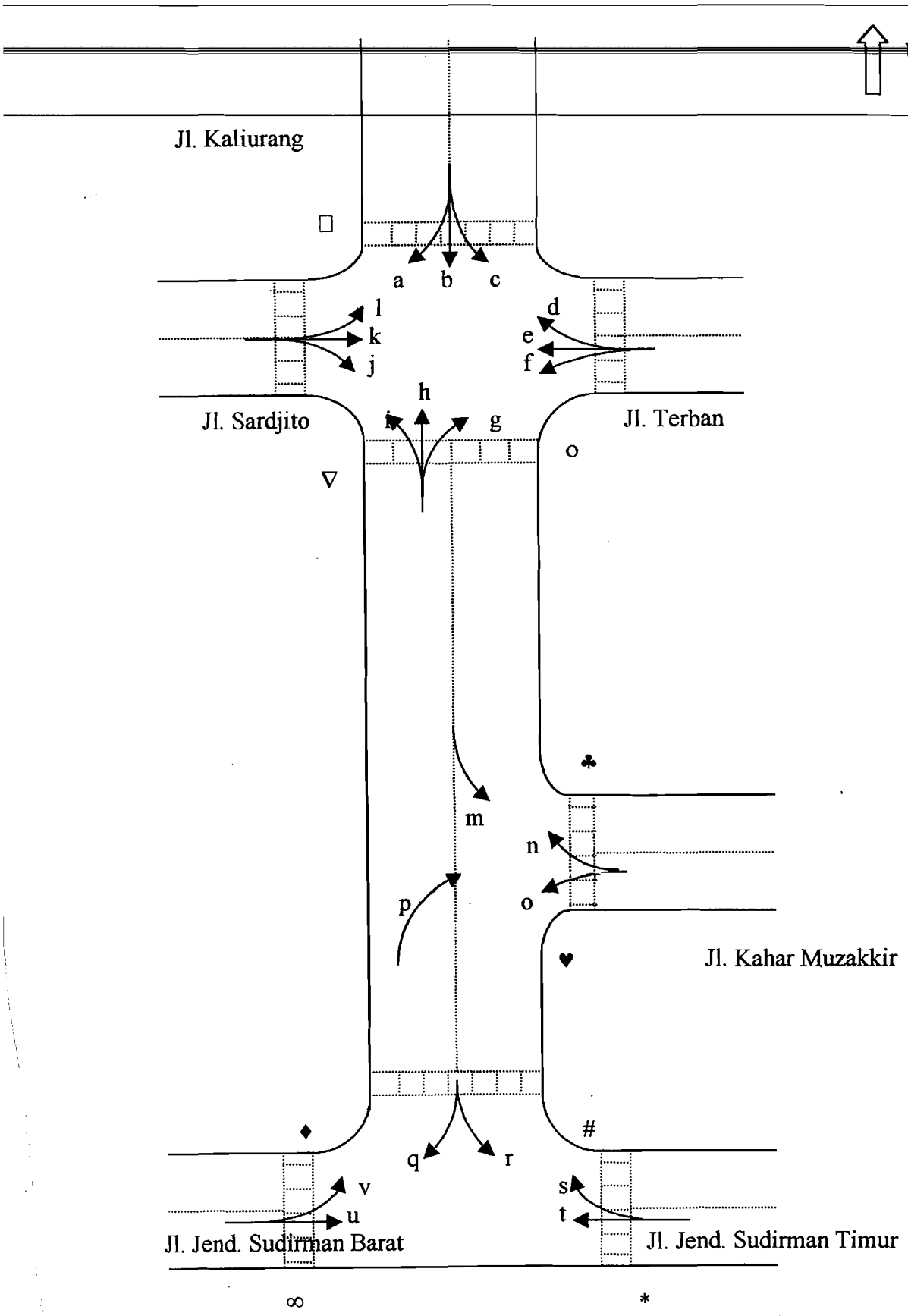
   c. Konsumsi Ban = TC x Jarak x Harga ban kendaraan/1000

   d. Depresiasi = (D x Jarak) / 1000

9. Menghitung total biaya operasi kendaraan untuk mobil penumpang adalah dengan menjumlahkan hasil komponen-komponen dari biaya operasi kendaraan (point 8) dan didapat hasilnya dalam rupiah.



Gambar 3.2. Lokasi Pengamatan

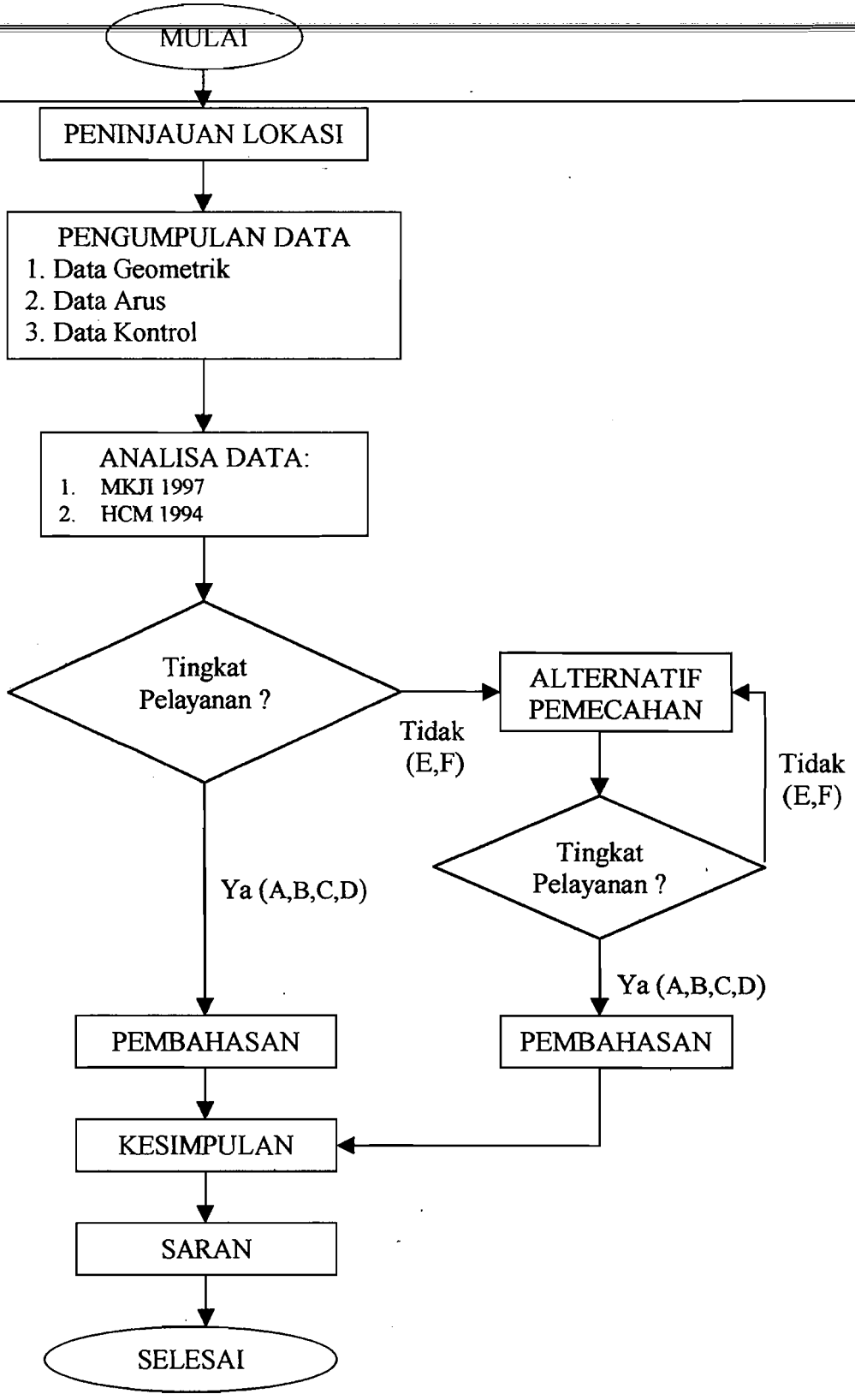


Gambar 3.3 Posisi Pengamat Saat Observasi

Keterangan Gambar :

Arus	Lokasi pengamat	Jumlah pengamat	Obyek yang diamati
a,e	□	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
b,j	▽	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
c	o	!	semua jenis kendaraan
d,h	□	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
f	o	1	semua jenis kendaraan
g,k	o	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
i	▽	1	semua jenis kendaraan
l	□	1	semua jenis kendaraan
m	♣	1	semua jenis kendaraan
n	♣	1	semua jenis kendaraan
o	♥	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
p	♥	1	semua jenis kendaraan
u	∞	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
v	♦	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
q,s	♦	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
r	#	1	semua jenis kendaraan
t	*	2	1. sepeda motor 2. selain sepeda motor
Jl.Kaliurang	□	1	Penyeberang jalan
Jl.Terban	o	1	Penyeberang jalan
Jl.Simanjuntak Utara	▽	1	Penyeberang jalan
Jl.Sarjito	□	1	Penyeberang jalan
Jl.Simanjuntak Selatan	♦	1	Penyeberang jalan
Jl. J. Sudirman Timur	*	1	Penyeberang jalan
Jl. J. Sudirman Barat	∞	1	Penyeberang jalan

38 orang.



Gambar 3.4. Flow Chart Metode Evaluasi Tugas Akhir

BAB IV

HASIL SURVEI, ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

4.1 Hasil Survei

4.1.1 Hasil Survei Volume Lalulintas Persimpangan

Data hasil survei yang berhubungan dengan lalulintas di persimpangan adalah sebagai berikut ini.

1. Volume lalulintas

   Dari data pencacahan volume arus lalulintas yang diperoleh, data yang dipergunakan adalah data volume lalulintas satu jam terpadat. Volume lalulintas tersebut dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) dengan cara mengalikan jumlah kendaraan tersebut dengan faktor konversinya.

   Volume lalulintas terpadat adalah hasil penjumlahan volume lalulintas terbesar dari seluruh ruas jalan baik yang belok kiri, lurus maupun yang berbelok kanan, pada hari dan jam yang sama saat dilakukan observasi. Data volumc lalulintas terpadat pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.a , Tabel 4.1.b dan Tabel 4.1.c.

Tabel 4.1.a. Volume Lalulintas Terpadat pada Persimpangan Sekip (dalam smp)
(Pada Hari Senin, 29 November 1999, Jam 13.15-14.15)

JALAN	BELOK KIRI	LURUS	BELOK KANAN	JUMLAH
Kaliurang	285,91	340,14	139,33	765,38
Terban	228,8	241,1	197,21	667,711
Simanjuntak	34,23	164,76	114,83	313,82
Sardjito	32,09	348,33	43,28	423,70

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.1.b. Volume Lalulintas Terpadat pada Persimpangan Terban (dalam smp)
(Pada Hari Senin 29 November 1999, Jam 07.00 – 08.00)

JALAN	BELOK KIRI	LURUS	BELOK KANAN	JUMLAH
Simanjuntak	148,09	0	625,73	773,82
Sudirman Timur	0	735,83	118,59	854,42
Sudirman Barat	374,62	941,19	0	1315,81

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.1.c. Volume Lalulintas Terpadat pada Persimpangan SMU 6 (dalam smp)
(Pada Hari Senin 29 November 1999, Jam 13.15 – 14.15)

JALAN	BELOK KIRI	LURUS	BELOK KANAN	JUMLAH
Simanjuntak Utara	183,5	506,5	0	690
Simanjuntak Selatan	0	424	115,5	539,9
Prof. Kahar Muzakkir	473,5	0	161	634,5

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.2.a. Faktor Jam Puncak (PHF) pada Persimpangan Sekip

JALAN	V (smp)	Vm (smp)	PHF
Kaliurang	765,38	220,54	0,87
Terban	667,11	191,64	0,87
Simanjuntak	313,82	104,29	0,75
Sardjito	427,70	130,65	0,82

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.2.b Faktor Jam Puncak (PHF) pada Persimpangan Terban

JALAN	V (smp)	Vm (smp)	PHF
Simanjuntak	773,82	260,74	0,74
Sudirman Timur	854,42	301,60	0,71
Sudirman Barat	1315,81	374,67	0,88

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Keterangan :

V = volume satu jam terpadat (smp)

Vm = volume 15 menit terpadat (smp)

Tabel 4.3.a. Persentase Kendaraan Berat (%HV) pada Persimpangan Sekip

JALAN	ARAH	Jumlah kend berat		Volume lalu lintas	%HV
		(Kend)	(SMP)	(SMP)	
Kaliurang	Belok kiri	1	2,03	285,91	0,7
	Lurus + Belok kanan	2	4,06	340,14	1,2
		1	2,03	139,33	1,5
Terban	Belok kiri	0	0	228,8	0
	Lurus + Belok kanan	2	4,06	241,1	1,7
		1	2,03	197,21	1
Simanjuntak	Belok kiri	0	0	34,23	0
	Lurus + Belok kanan	2	4,06	164,76	2,5
		1	2,03	114,83	1,8
Sardjito	Belok kiri	0	2,03	32,09	0
	Lurus + Belok kanan	1	2,03	348,33	0,6
		0	0	43,28	0

Sumber : Hasil pengamatan dilapangan

Tabel 4.3.b. Persentase Kendaraan Berat (%HV) pada Persimpangan Terban

JALAN	ARAH	Jumlah kend berat		Volume Lalulintas	%HV
		(Kend)	(SMP)	(SMP)	
Simanjuntak	Belok kiri	1	2,03	148,09	1,37
	Belok kanan	2	4,06	625,73	0,01
SudirmanTimur	Lurus	2	4,06	735,83	0,01
	Belok kanan	0	0	118,59	0
Sudirman Barat	Belok kiri	1	2,03	374,62	0,02
	Lurus	3	6,09	941,19	0,01

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.4.a. Jumlah Penyeberang Jalan pada Persimpangan Sekip

JALAN	JUMLAH PENYEBERANG TIAP JAM (orang)
Kaliurang	141
Terban	484
Simanjuntak	499
Sardjito	174

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.4.b. Jumlah Penyeberang Jalan pada Persimpangan Terban

JALAN	JUMLAH PENYEBERANG TIAP JAM (orang)
Simanjuntak	132
Sudirman Timur	107
Sudirman Barat	76

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

4.1.2. Hasil Survei Volume Lalulintas Ruas Jalan

Tabel 4.5.a. Data Trip Waktu Perjalanan ke Arah Utara pada Jalan C Simanjuntak

TRIP	Tu (menit)	Mu (smp)	Ou (smp)	Pu (smp)	PARKu (smp)
1U	1,7000	41,96	0,46	3,25	28,78
2 U	1,3333	26,18	0	3,08	29,76
3 U	1,3667	26,64	0	4,87	22,36
4 U	1,3833	33,07	0	2,78	24,43
5 U	1,6500	43,86	0,23	2,09	32,36
6 U	2,4833	48,68	2,99	1,62	28,36
7 U	1,7500	38,68	0,69	2,32	41,50
8 U	1,4333	25,45	0	2,62	26,29
9 U	1,2000	29,15	0,23	3,24	22,89
10 U	1,2000	29,91	0	3,78	24,96
Total	15,7332	343,58	46,6	29,65	281,69
Rerata	1,5733	34,358	4,66	2,965	28,169

Sumber: Hasil pengamatan di lapangan

Tabel 4.5.b. Data Trip Waktu Perjalanan ke Arah Selatan pada Jalan C Simanjuntak

TRIP	Ts (menit)	Ms (smp)	Os (smp)	Ps (smp)	PARKs (smp)
1 S	1,5000	25,95	0,46	1,16	29,35
2 S	1,6500	27,41	0,46	0,93	29,45
3 S	1,6167	22,09	0,69	1,85	29,44
4 S	1,6167	28,31	1,15	1,15	27,86
5 S	1,5833	38,27	1,23	2,32	28,30
6 S	2,0000	35,14	1,15	1,86	23,96
7 S	1,1000	12,16	0,46	0,89	19,33
8 S	1,0000	30,39	1,15	0,46	24,63
9 S	1,5667	31,15	0,23	1,39	25,33
10 S	1,8333	33,11	0,23	3,47	25,24
Total	15,4667	283,98	6,21	15,28	262,89
Rerata	1,54667	28,398	0,621	1,528	26,289

Sumber: Hasil survei di lapangan

4.1.3. Hasil Survei Geometrik Persimpangan

Data yang diperoleh dari survei geometrik yaitu:

1. Lebar ruas jalan pada persimpangan.

Pengukuran lebar ruas jalan pada persimpangan Sekip dan persimpangan Terban dilaksanakan pada pagi hari, yaitu jam 05.00 WIB dengan tujuan tidak mengganggu arus lalulintas dan tidak mengganggu pelaksanaan pengukuran, karena pada saat tersebut arus lalulintas yang melewati persimpangan kecil.

Adapun data hasil pengukuran lebar ruas jalan, dapat dilihat pada Tabel 4.6.a, Tabel 4.6.b dan Tabel 4.6.c.

Tabel 4.6.a. Lebar Ruas Jalan pada Persimpangan Sekip

JALAN	JUMLAH JALUR	JUMLAH LAJUR	LEBAR RUAS JALAN		LEBAR/LAJUR	
			METER	*FEET*	METER	*FEET*
Kaliurang	2	2	11,60	38,06	5,80	19,03
Terban	2	2	11,60	38,06	5,80	19,03
Simanjuntak	2	2	8,70	28,54	4,35	14,27
Sardjito	2	2	8,50	27,89	4,25	13,94

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.6.b. Lebar Ruas Jalan pada Persimpangan Terban

JALAN	JUMLAH JALUR	JUMLAH LAJUR	LEBAR RUAS JALAN		LEBAR/LAJUR	
			METER	*FEET*	METER	*FEET*
Simanjuntak	2	2	9,9	32,48	4,95	16,24
Sudirman Timur	2	2	12,60	41,34	6,30	20,67
Sudirman Barat	2	2	13,00	42,65	6,5	21,33

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.6.c. Lebar Ruas Jalan pada Persimpangan SMU 6

JALAN	JUMLAH JALUR	JUMLAH LAJUR	LEBAR RUAS JALAN		LEBAR LAJUR	
			METER	*FEET*	METER	*FEET*
Simanjuntak Utara	2	2	8,5	27,887	4,25	13,944
Simanjuntak Selatan	2	2	8,5	27,887	4,25	13,944
Prof. Kahar Muzzakir	2	2	8	26,247	4	13,123

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

2. Persentase Kemiringan Ruas Jalan (% *Grade*).

Persentase kemiringan ruas jalan adalah perbandingan kemiringan ruas jalan memanjang terhadap bidang horisontal.

Adapun data hasil pengamatan persentase kemiringan ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 4.7.a dan Tabel 4.7.b.

Tabel 4.7.a. Persentase Kemiringan Ruas Jalan pada Persimpangan Sekip

JALAN	% *GRADE*
Kaliurang	0
Terban	0
Simanjuntak	0
Sardjito	0

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.7.b. Persentase Kemiringan Ruas Jalan pada Persimpangan Terban

JALAN	% GRADE
Simanjuntak	0
Sudirman Timur	0
Sudirman Barat	0

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

4.1.4. Hasil Survei Lampu Lalulintas.

Data dari pengamatan lampu lalulintas adalah sebagai berikut.

1. Lama waktu perputaran lalulintas (*Cycle Time*)

Lama waktu perputaran lalulintas pada kedua persimpangan tersebut, berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dapat dilihat pada Tabel 4.8.a dan Tabel 4.8 b

Tabel 4.8.a. Waktu Siklus Lampu Lalulintas pada Persimpangan Sekip

JALAN	HIJAU (detik)	KUNING (detik)	MERAH (detik)	JUMLAH (detik)
Kaliurang	22	1	83	106
Terban	22	1	83	106
Simanjuntak	22	1	83	106
Sardjito	22	1	83	106

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

Tabel 4.8.b. Waktu Siklus Lampu Lalulintas pada Persimpangan Terban

JALAN	HIJAU (detik)	KUNING (detik)	MERAH (detik)	JUMLAH (detik)
Simanjuntak	30	3	58	91
SudirmanTimur	22	3	66	91
Sudirman Barat	22	3	66	91

Sumber : Hasil Pengamatan di Lapangan

4.2 Hasil Hitungan

4.2.1 Hasil Hitungan Persimpangan Sekip dan Terban

Dari hasil hitungan persimpangan Sekip dan Terban dengan menggunakan metode HCM 1994 dan MKJI 1997, maka diperoleh :

a. untuk persimpangan Sekip, dengan menggunakan metode HCM 1994 didapat tingkat pelayanan F, dengan tundaan sebesar 743,814 detik (lihat lampiran 1). Dengan metode MKJI 1997 didapat tingkat pelayanan yang sama, namun tundaannya sebesar 390,562 detik (lihat lampiran 3)
b. untuk persimpangan Terban, dengan menggunakan metode HCM 1994 didapat tingkat pelayanan F, dengan tundaan sebesar 1253,59 detik (lihat lampiran 2). Dengan metode MKJI 1997 didapat tingkat pelayanan yang sama, namun tundaannya sebesar 307,23 detik (lampiran 4).

4.2.2 Hasil Hitungan Persimpangan SMU 6

Untuk persimpangan SMU 6, dengan menggunakan metode MKJI 1997 didapat tingkat pelayanan C dengan derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,653 serta tundaan simpang sebesar 11,155 detik (lihat lampiran 5).

4.2.3 Hasil Hitungan Ruas Jalan C. Simanjuntak dan BOK

Hasil perhitungan analisis kinerja lalulintas pada ruas Jalan C. Simanjuntak dengan menggunakan metode HCM 1994, didapat tingkat pelayanan F, dengan nilai kecepatan perjalanan sebesar 2,683 km/jam (lampiran 6), biaya operasi kendaraannya (BOK) sebesar Rp 170,-.

Hal ini disebabkan karena :

a. besarnya tundaan simpang (persimpangan Sekip dan Terban)
b. tingginya kendaraan parkir pada kedua sisi jalan
c. perilaku penyeberang jalan yang menyeberang tidak pada tempatnya sehingga mengganggu arus lalulintas, serta kurangnya marka penyeberangan jalan (*zebra cross*)
d. tingginya volume kendaraan tak bermotor dan kendaraan yang keluar masuk gang.

4.3 Pemecahan Masalah

Untuk memberikan tingkat pelayanan yang lebih baik maka perlu beberapa alternatif pemecahan pada jaringan jalan yang ditinjau. Adapun alternatif yang dapat dilakukan yaitu :

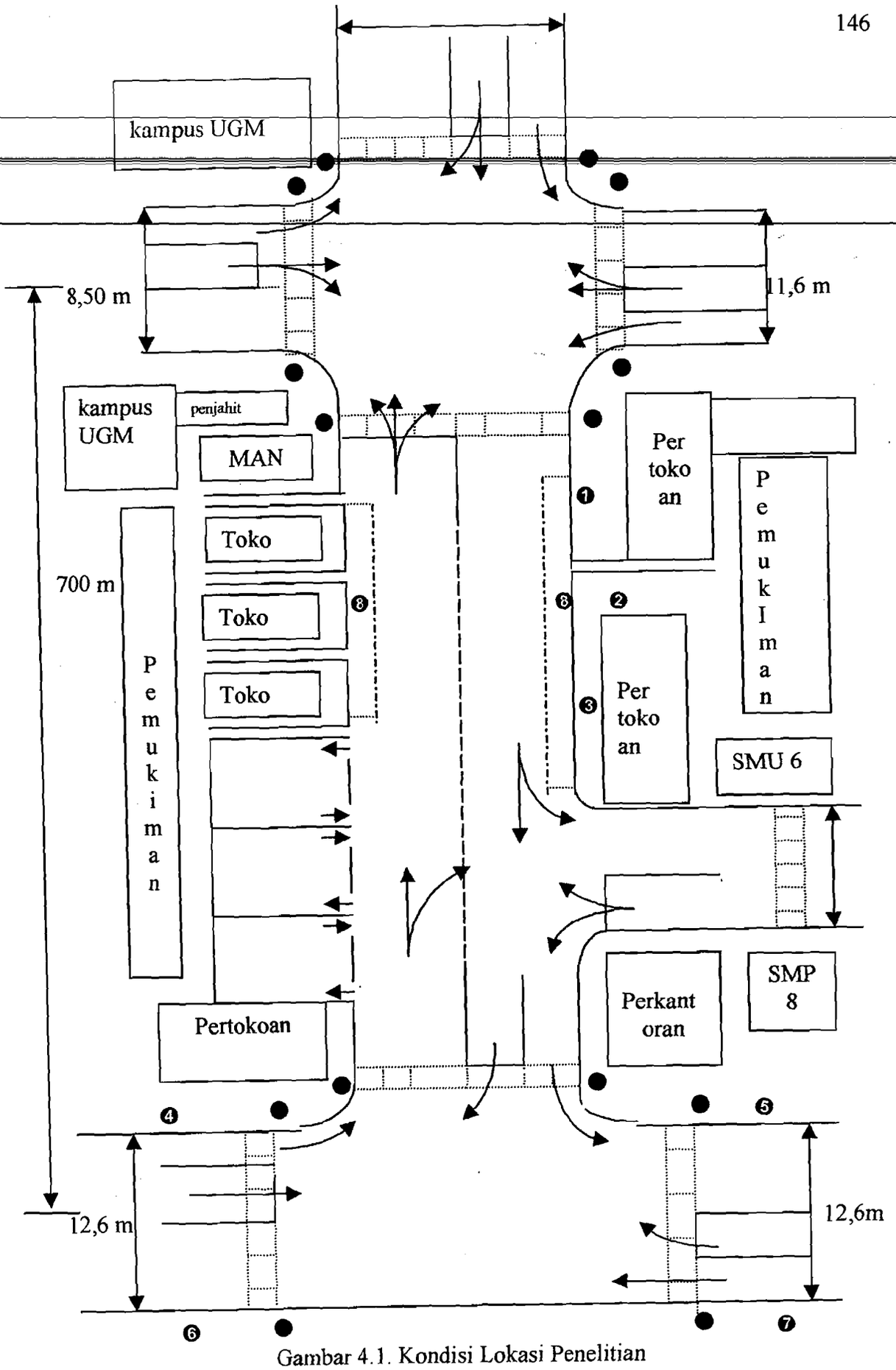
1. Pengaturan kembali *cycle time* yaitu dari waktu siklus 112 detik ke waktu siklus 109 detik untuk simpang Sekip, dan waktu siklus 99 detik ke waktu siklus 89 detik untuk simpang Terban, juga pengaturan hambatan samping berupa larangan parkir sejauh 80 m dari mulut simpang, sehingga cara-cara tersebut memberikan hasil sebagai berikut :
   a. dengan metode MKJI 1997 diperoleh tundaan simpang bersinyal Sekip dan Terban turun dari 390,562 detik dan 307,23 detik menjadi 237,735 detik dan 46,137 detik dengan tingkat pelayanan F dan E
   b. kecepatan perjalanan untuk ruas Jalan C.Simanjuntak naik dari 2,683 km/jam menjadi 3,87 km/jam untuk segmen 1 dan 9,375 km/jam untuk segmen 2 dengan tingkat pelayanan F (lihat lampiran 13).

2. Perubahan arah arus, dalam hal ini untuk ruas Jalan C. Simanjuntak diberlakukan arah arus searah yaitu hanya arus ke arah Selatan. Pengaturan parkir berupa larangan parkir sejauh 80 m dan pengaturan kembali *cycle time* yaitu waktu siklus 112 detik ke waktu siklus 89 detik untuk simpang Sekip, dan waktu siklus 99 detik ke waktu siklus 42 detik untuk simpang Terban. sehingga cara ini memberikan hasil sebagai berikut :

   a. dengan metode MKJI 1997 diperoleh tundaan simpang bersinyal Sekip dan Terban turun dari 390,562 detik dan 307,23 detik menjadi 42,50 detik dan 8,58 detik dengan tingkat pelayanan E dan B (lihat lampiran 9-10). Sedangkan dengan metode HCM 1994 diperoleh tundaan simpang bersinyal Sekip dan Terban turun dari 743,814 detik dan 1253,59 detik menjadi 327, F 413 detik dan 52,21 detik dengan tingkat pelayanan F dan E (lihat lampiran 7-8)

   b. tundaan simpang tak bersinyal SMU 6 turun dari 11,155 detik menjadi 7,41 detik dengan tingkat pelayanan dari C menjadi B (lihat lampiran 11)

   c. kecepatan perjalanan untuk ruas Jalan C. Simanjuntak naik dari 2,683 km/jam dengan tingkat pelayanan F dan nilai BOKnya sebesar Rp 170,-, menjadi kecepatan 16,08 km/jam dengan tingkat pelayanan C (lihat lampiran 12-13), dan nilai BOKnya sebesar Rp 72,71,-.



Gambar 4.1. Kondisi Lokasi Penelitian

Keterangan Gambar :

● : lampu isyarat lalulintas

❶ : rambu penunjuk kelas jalan

❷ : rambu larangan masuk bagi truk dan bus

❸ : rambu parkir sejajar

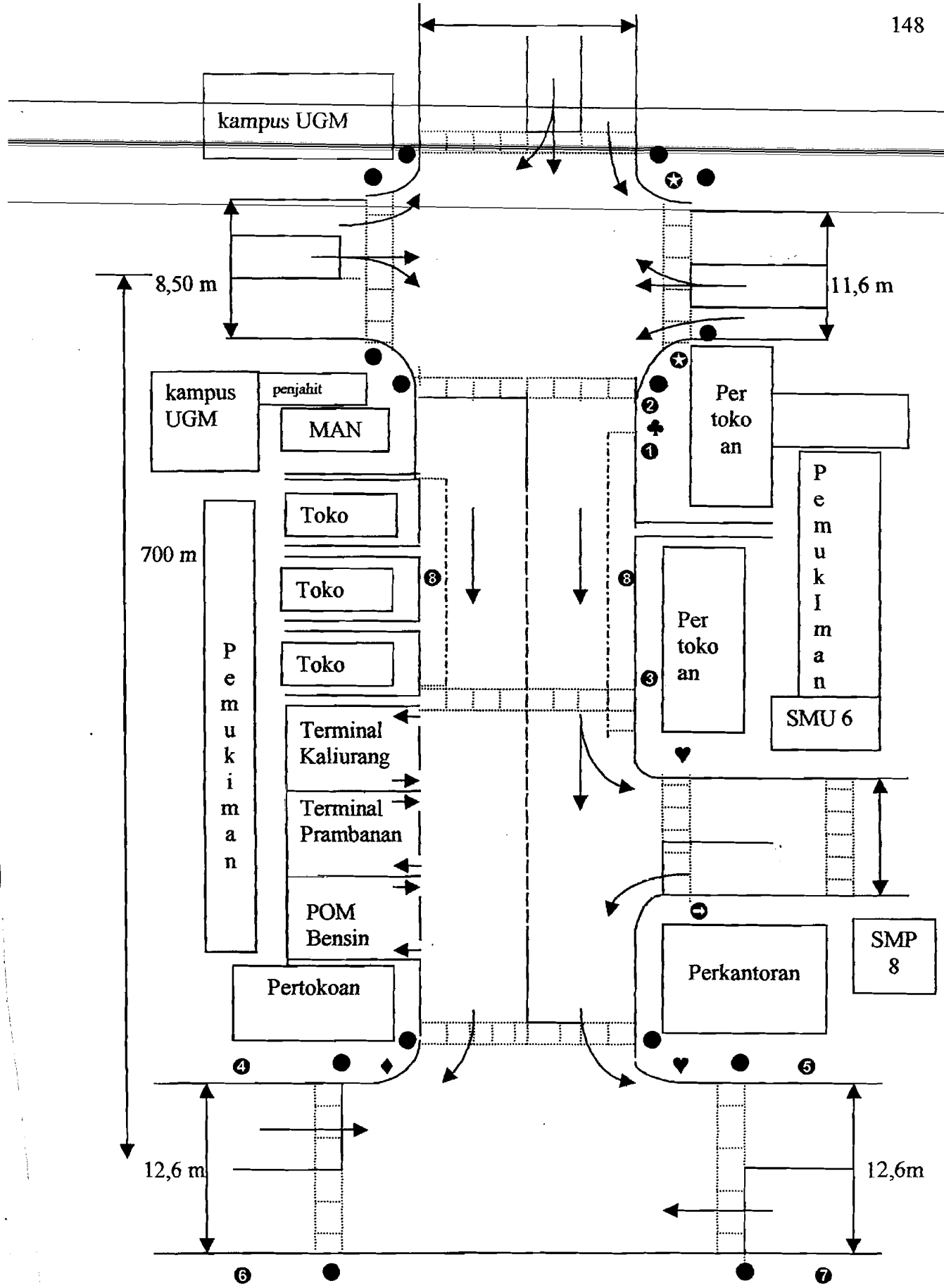
❹ : rambu larangan parkir

❺ : rambu larangan parkir

❻ : rambu larangan parkir

❼ : rambu larangan parkir

❽ : parkir tepi jalan



Gambar 4.2. Kondisi Arus Lalulintas Rencana

Keterangan Gambar :

● : lampu isyarat lalulintas

❶ : rambu penunjuk kelas jalan

❷ : rambu larangan masuk bagi truk dan bus

❸ : rambu parkir sejajar

❹ : rambu larangan parkir

❺ : rambu larangan parkir

❻ : rambu larangan parkir

❼ : rambu larangan parkir

❽ : parkir tepi jalan

✪ : rambu belok kiri jalan terus

♣ : rambu jalan satu arah

♥ : rambu larangan belok kanan

➲ : rambu *stop*

♦ : rambu larangan belok kiri

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis terhadap kapasitas dan tingkat pelayanan dengan standarisasi HCM 1994 dan MKJI 1997 pada simpang bersinyal Sekip dan Terban, simpang tak bersinyal SMU 6 dan ruas Jalan C. Simanjuntak, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal Sekip dan Terban adalah F dengan tundaan sebesar 390,562 detik untuk simpang Sekip dan 307,23 detik untuk simpang Terban, yang perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 11-14. Untuk mendapatkan tingkat pelayanan yang lebih baik, maka alternatif pemecahan yang terbaik adalah dengan pengaturan arah arus lalulintas yaitu dengan menghilangkan arus lalulintas ke arah Utara.dan Pengaturan parkir berupa larangan parkir sejauh 80 m dan pengaturan kembali *cycle time* yaitu waktu siklus 112 detik ke waktu siklus 89 detik untuk simpang Sekip, dan waktu siklus 99 detik ke waktu siklus 42 detik untuk simpang Terban. Cara ini dapat meningkatkan tingkat pelayanan menjadi kategori E untuk simpang Sekip dan kategori B untuk simpang Terban.
2. Untuk persimpangan tak bersinyal SMU 6, tingkat pelayanannya adalah kategori C dengan tundaan sebesar 11,155 detik. Untuk mendapatkan tingkat

pelayanan yang lebih baik, maka alternatif pemecahan yang terbaik adalah dengan pengaturan arah arus lalulintas yaitu dengan menghilangkan arus lalulintas belok kanan dari arah Timur, dan larangan parkir pada kaki simpang Cara ini dapat meningkatkan tingkat pelayanan menjadi kategori B dengan tundaan sebesar 7,41 detik. Tingkat pelayanan untuk ruas Jalan C. Simanjuntak adalah kategori F dengan kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 2,683 km/jam. Untuk mendapatkan tingkat pelayanan yang lebih baik, maka langkah yang terbaik adalah dengan pengaturan arah arus lalulintas menjadi satu arah ke Selatan. Cara ini dapat meningkatkan tingkat pelayanan menjadi kategori C dengan kecepatan rata-rata perjalanan 16,08 km/jam.

3. Dengan melihat kondisi di lapangan, maka ruas jalan yang menghubungkan kedua persimpangan bersinyal tersebut perlu adanya penambahan seperti:
    a. pemasangan rambu-rambu lalu lintas, yaitu :
        1). rambu larangan parkir yang ditempatkan pada sisi-sisi pendekat Jalan Jend. Sudirman Timur dan Barat
        2). rambu larangan belok kanan yang ditempatkan pada sisi kanan pendekat Jalan Jend. Sudirman Timur
        3). rambu larangan belok kiri yang ditempatkan pada sisi kiri pendekat Jalan Jend. Sudirman Barat
        4). rambu *stop* yang ditempatkan pada sisi kiri pendekat Jalan Prof. Kahar Muzakkir
        5). rambu jalan satu arah yang ditempatkan pada sisi kiri mulut ruas Jalan C. Simanjuntak Utara.

b. marka jalan diperjelas

c. tempat penyeberangan jalan (*zebra cross*) yang ditempatkan pada :

1). mulut pendekat Prof. Kahar Muzakkir

2). pada jarak 15 meter dari simpang tak bersinyal SMU 6.

5.2 Saran

Setelah dilakukan analisis perhitungan kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan Sekip dan Terban serta ruas Jalan C. Simanjuntak serta melihat kondisi di lapangan, penyusun memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengingat pertumbuhan kendaraan lalulintas yang cenderung terus mengalami kenaikan, yang secara langsung akan mempengaruhi tingkat pelayanan suatu jaringan jalan, maka perlu untuk mengevaluasi jaringan jalan tersebut secara berkala.
2. Dalam mengevaluasi jaringan jalan, metode yang digunakan sebaiknya metode yang berlaku di negara kita yaitu MKJI 1997, karena analisis metode ini sudah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia, adapun metode lain bisa digunakan sebagai pembanding saja.
3. Dalam mengevaluasi jaringan jalan sebaiknya tidak dilakukan secara sendiri- sendiri tetapi perlu mengevaluasi jaringan jalan secara meluas.
4. Perlunya penegakan aturan-aturan lalulintas oleh pihak yang berwenang (dalam hal ini adalah polisi lalulintas).

DAFTAR PUSTAKA

1. Clarkson H. Oglesby dan R.Gary Hicks, 1988, *Teknik Jalan Raya*, Edisi Empat, Penerbit Erlangga Jakarta.
2. Edward K. Morlok, 1991, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Teknik Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Salter, RJ, 1980, Highway Traffic Analysis and Design, The Macmillin Press LTD, London.
4. Sukarno dkk, 1987, Laporan Hasil Penelitian Nilai SMP untuk Persimpangan yang berlampu lalulintas di Yogyakarta, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UII, Yogyakarta.
5. Transportation Research Board, 1994, *Highway Capacity Manual*, Special Report No. 209, United States of America
6. Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT), Februari 1997, MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIA (MKJI), Sweroad Bekerjasama dengan PT. Bina Karya (Persero), Jakarta

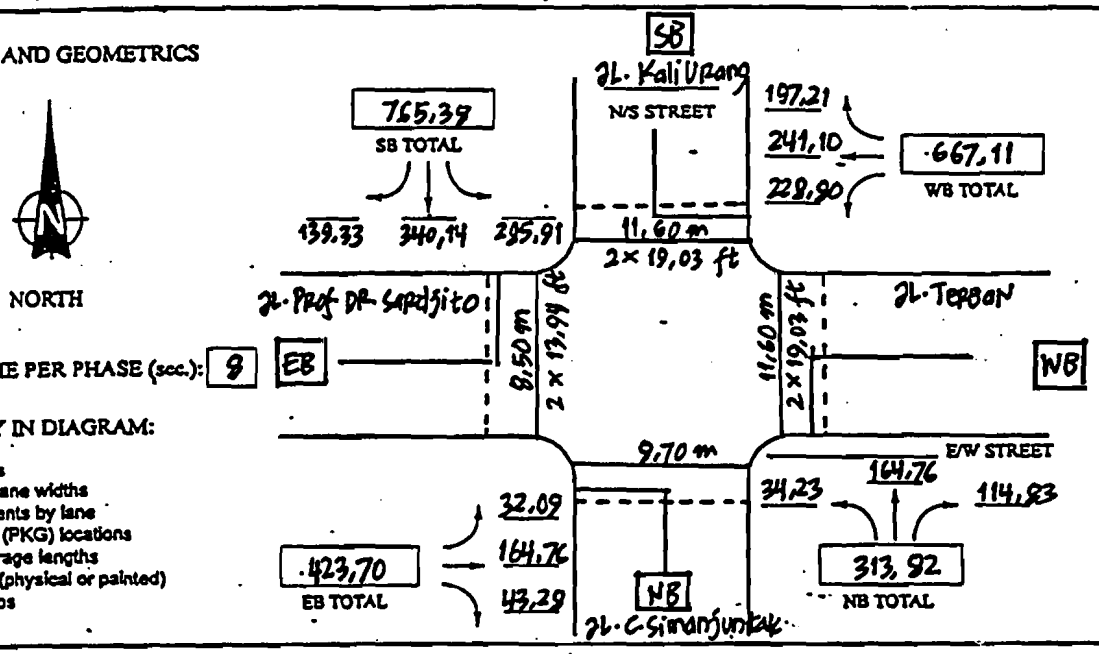
INPUT MODULE WORKSHEET

Intersection: Jl. Kali Urang - Jl. Teuban - Jl. C. Simanjuntak - Jl. Sapdjito Date: _____

Analyst: _____ Time Period Analyzed: _____ Area Type: ☑ CBD ☐ Other

Project No.: _____ City/State: _____

VOLUME AND GEOMETRICS

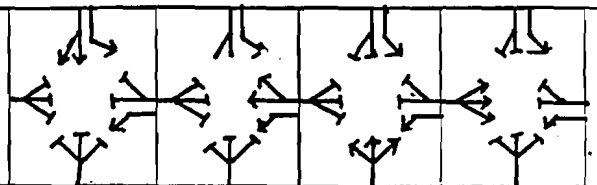


TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses (N_b)	PHF	Conf. Peds. (peds./hr)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N_a				Y or N	Min. Timing	
EB	0	0,6	N	-	-	0,818	174	N	7,9725	3
WB	0	2,7	N	-	-	0,870	484	N	10,515	3
NB	0	4,3	N	-	-	0,752	499	N	8,135	2
SB	0	2,7	N	-	-	0,868	141	N	10,515	4

Grade: + up, - down
HV: veh. with more than 4 wheels
N_a: pkg. maneuvers/hr
N_b: buses stopping/hr
PHF: peak-hour factor
Conf. Peds.: Conflicting peds./hr
Min. Timing: min. green for pedestrian crossing
Arr. Type: Type 1-6, or P

PHASING

DIAGRAM								
Timing	G = 22 Y + AR = 6	G = 22 Y + AR = 6	G = 22 Y + AR = 6	G = 22 Y + AR = 6	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =
Pretimed or Actuated								

Protected turns | Permitted turns | Pedestrian | Cycle Length 112 Sec

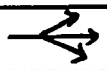
VOLUME ADJUSTMENT MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Mvt.	3 Mvt. Volume (vph)	4 Peak Hour Factor PHF	5 Flow Rate v_p (vph) [3]/[4]	6 Lane Group	7 Flow Rate in Lane Group v_g (vph)	8 Number Of Lanes N	9 Lane Utilization Factor U Table 9-4	10 Adj. Flow v (vph) [7]*[9]	11 Prop. of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	32,09		39,21						0,1336
	TH	164,76	0,81841	201,32	293,41	1	1	1,00	293,41	
	RT	43,28		52,88						0,1802
WB	LT	228,8		262,91	262,91	1	1	1,00	262,91	1
	TH	241,1	0,87027	277,04	503,65	1	1	1,00	503,65	
	RT	197,21		226,61						0,4499
NB	LT	34,23		45,50						0,1091
	TH	164,76	0,75228	219,02	417,16	1	1	1,00	417,16	
	RT	114,83		152,64						0,3659
SB	LT	295,91		329,53	329,53	1	1	1,00	329,53	1
	TH	340,14	0,86762	392,04	552,63	1	1	1,00	552,63	
	RT	139,33		160,59					-	0,2906

SATURATION FLOW RATE MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Lane Group Mvt.	3 Ideal Sat. Flow (pcphgpl)	4 No. of Lanes N	ADJUSTMENT FACTORS								13 Adj. Sat Flow Rate s (vphg)
				5 Lane Width f_w Table 9-5	6 Heavy Veh f_{hv} Table 9-6	7 Grade f_g Table 9-7	8 Pkg. f_p Table 9-8	9 Bus Blockage f_{bb} Table 9-9	10 Area Type f_a Table 9-10	11 Right Turn f_{RT} Table 9-11	12 Left Turn f_{LT} Table 9-12	
EB												
		1900	1	1,065	0,994	1	1	1	0,9	0,946	0,992	1697,37
WB		1900	1	0,917	1	1	1	1	0,9	1	0,612	960,26
		1900	1	0,917	0,974	1	1	1	0,9	0,992	1	1514,46
NB												
		1900	1	1,076	0,959	1	1	1	0,9	0,878	0,993	1538,50
SB		1900	1	0,917	0,993	1	1	1	0,9	1	0,620	964,65
		1900	1	0,917	0,974	1	1	1	0,9	0,969	1	1478,87

CAPACITY ANALYSIS MODULE WORKSHEET

1 Lane Group Mov'ts	2 Phase Type (P,S,T)	3 Adj. Flow Rate (v)	4 Adj. Sat. Flow Rate (s)	5 Flow Ratio (v/s) [3]/[4]	6 Green Ratio g/C	7' Lane Group Capacity (c) [4]x[6]	8 Lane Group v/c Ratio (X) [3]/[7]	9 Critical Lane Grp. [*]
	P	293,41	1697,37	0,173	0,179	303,10	0,968	✓
	P	262,91	960,26	0,274	1	960,26	0,274	
	P	503,65	1514.46	0.333	0,179	270,44	1,862	✓
	P	417,16	1538,50	0,271	0,179	274.73	1,518	✓
	P	329,53	964,65	0,342	1	964.65	0,342	
	P	552,63	1478,87	0.374	0,179	264,08	2,093	✓

LOS MODULE WORKSHEET

Cycle sec		First Term Delay				Second Term Delay			Lane Group		Approach	
1 Lane Group Movements		2 v/c Ratio X	3 Green Ratio g/C	4 Uniform Delay d_1 sec/veh	5 Delay Adj. Factor DF	6 Lane Grp. Capacity C vph	7 d_2 Cal. Term m	8 Incremental Delay d_2 sec/veh	9 Delay [4]x[5] +[8] sec/veh	10 LOS	11 Delay sec/veh	12 LOS
EB		0,968	0,179	34,719	1	303,10	16	31,929	66,548	F	66,548	F
WB		0,274	1	0	0	960,26	16	0,041	0,041	A	732,52	F
		1,862	0,179	43,026	1	270,44	16	1071,851	1114,88	F		
NB		1,518	0,179	39,40	1	274,73	12	437,682	477,082	F	477,08	F
SB		0,342	1	0	0	964,65	12	0,065	0,065	A	1086,07	F
		2,093	0,179	45,83	1	264,08	12	1687,806	1733,66	F		

Intersection Delay 736,726 sec/veh Intersection LOS F

Intersection: Jl. C. Simanjuntak - Jl. Sudirman Timur - Jl. Sudirman Barat Date: _____

Analyst: _____ Time Period Analyzed: _____ Area Type: ☐ CBD ☐ Other

Project No.: _____ City/State: _____

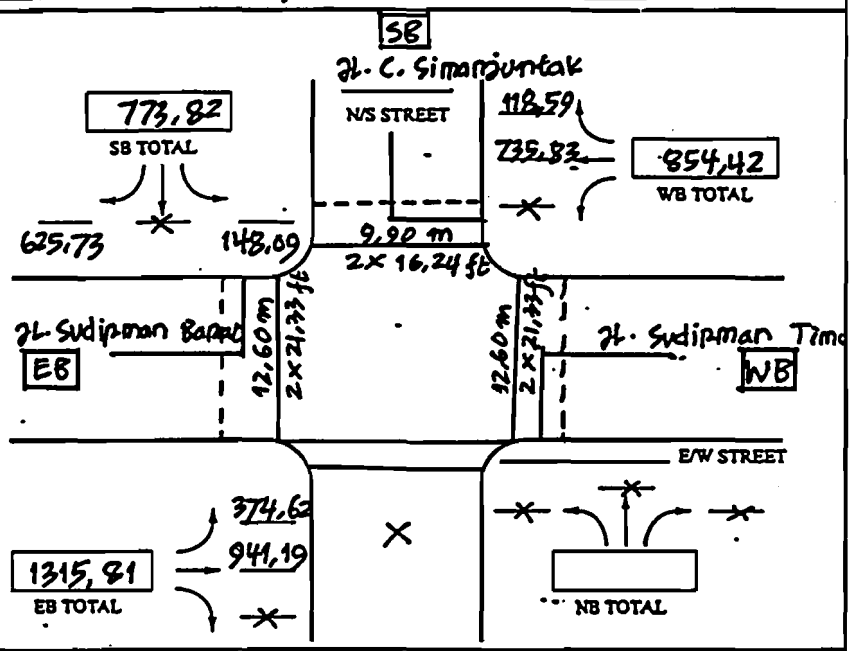
VOLUME AND GEOMETRICS



LOST TIME PER PHASE (sec.): 4

IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or painted)
7. Bus stops

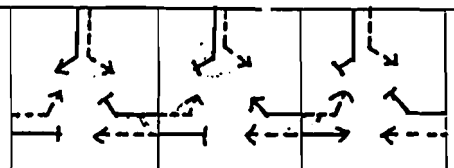


TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses (N_b)	PHF	Conf. Peds. (peds./hr)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N_a				Y or N	Min. Timing	
EB	0	0,03	N	-	-	0,878	76	N	12,6625	4
WB	0	0,01	N	-	-	0,708	132	N	12,375	2
NB	-		-	-	-	-	-	-	-	-
SB	0	1,38	N	-	-	0,742	107	N	10,12	3

Grade: + up, - down
HV: veh. with more than 4 wheels
N_a: pkg. maneuvers/hr
N_b: buses stopping/hr
PHF: peak-hour factor
Conf. Peds.: Conflicting peds./hr
Min. Timing: min. green for pedestrian crossing
Arr. Type: Type 1-6, or P

PHASING

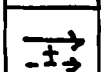
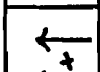
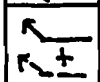
DIAGRAM								
Timing	G = 22 Y + AR = 5	G = 22 Y + AR = 5	G = 30 Y + AR = 5	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =
Pretimed or Actuated								

Protected turns ____ Permitted turns - - - - Pedestrian ..... Cycle Length 89 Sec

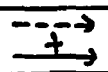
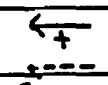
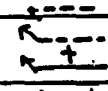
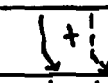
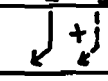
VOLUME ADJUSTMENT MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Mvt.	3 Mvt. Volume (vph)	4 Peak Hour Factor PHF	5 Flow Rate v_p (vph) [3]/[4]	6 Lane Group	7 Flow Rate in Lane Group v_g (vph)	8 Number Of Lanes N	9 Lane Utilization Factor U Table 9-4	10 Adj. Flow v (vph) [7]*[9]	11 Prop. of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	374,62		426,69		426,69	1	1	426,69	1
	TH	941,19	0,878	1072,00		1072,00	1	1	1072,00	1
	RT	–								
WB	LT	–								
	TH	735,83	0,708	1038,96		1038,96	1	1	1038,96	1
	RT	118,59		167,44		167,44	1	1	167,44	1
NB	LT									
	TH									
	RT									
SB	LT	148,09		199,60		199,60	1	1	199,60	1
	TH	–	0,742							
	RT	625,73		843,36		843,36	1	1	843,36	1

SATURATION FLOW RATE MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Lane Group Mvt.	3 Ideal Sat. Flow (pcphgpl)	4 No. of Lanes N	ADJUSTMENT FACTORS								13 Adj. Sat Flow Rate s (vphg)
				5 Lane Width f_w Table 9-5	6 Heavy Veh f_{hv} Table 9-6	7 Grade f_g Table 9-7	8 Pkg. f_p Table 9-8	9 Bus Blockage f_{bb} Table 9-9	10 Area Type f_a Table 9-10	11 Right Turn f_{RT} Table 9-11	12 Left Turn f_{LT} Table 9-12	
EB		1900	1	1,157	0,999	1	1	1	0,9	1	0,799	1581,12
		1900	1	1,157	0,999	1	1	1	0,9	1	1	1978,96
		—										
WB		—										
		1900	1	0,944	0,999	1	1	1	0,9	1	1	1614,75
		1900	1	0,944	1	1	1	1	0,9	0,850	1	1372,33
NB		—										
		—										
		—										
SB		1900	1	0,867	0,986	1	1	1	0,9	1	0,787	1151,53
		—										
		1900	1	0,867	0,999	1	1	1	0,9	0,849	1	1258,23

CAPACITY ANALYSIS MODULE WORKSHEET

1 Lane Group Mov'ts	2 Phase Type (P,S,T)	3 Adj. Flow Rate (v)	4 Adj. Sat. Flow Rate (s)	5 Flow Ratio (v/s) [3]/[4]	6 Green Ratio g/C	7' Lane Group Capacity (c) [4]x[6]	8 Lane Group v/c Ratio (X) [3]/[7]	9 Critical Lane Grp. [*]
	P	426,69	1581,12	0,270	0,281	444.136	0,961	
	P	1072,00	1978,96	0,542	0,281	555,887	1,929	✓
	-							
	-							
	P	1038,96	1614,75	0,643	0,281	453.580	2,291	✓
	P	167,44	1372,33	0,122	0,281	385,486	0,434	
	P	199,60	1151,53	0,173	0,371	426,973	0,468	
	-							
	P	843,36	1258,23	0,670	0,371	466,535	1,808	✓

LOS MODULE WORKSHEET

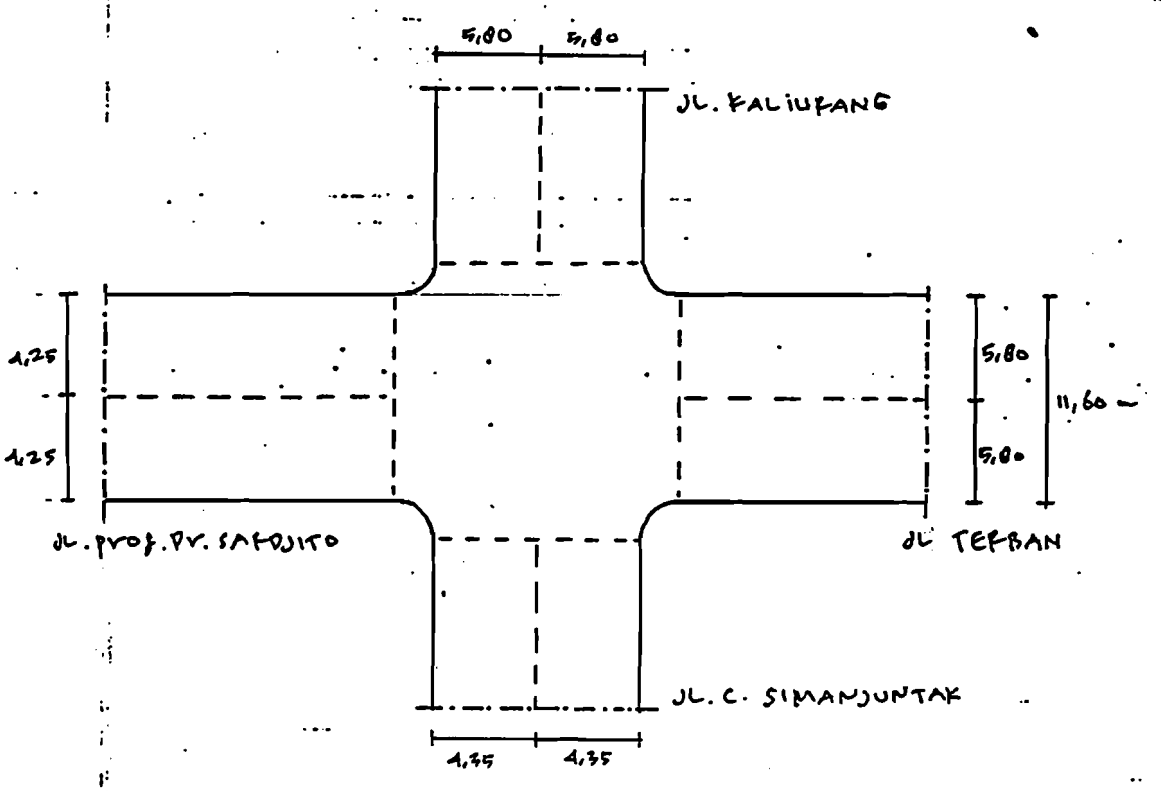
Cycle sec		First Term Delay				Second Term Delay			Lane Group		Approach	
1 Lane Group Movements		2 v/c Ratio X	3 Green Ratio g/C	4 Uniform Delay d_1 sec/veh	5 Delay Adj. Factor DF	6 Lane Grp. Capacity C vph	7 d_2 Cal. Term m	8 Incremental Delay d_2 sec/veh	9 Delay [4]x[5] +[8] sec/veh	10 LOS	11 Delay sec/veh	12 LOS
EB		0,961	0,28	23,952	1	444,136	16	24,087	48,04	E		
		1,929	0,281	38,160	1	555,987	16	1213,62	1251,78	F	874,95	F
WB												
		2,291	0,281	49,045	1	453,58	12	2363,97	2413,02	F	2035,92	F
		0,434	0,281	19,919	1	385,486	12	0,386	20,305	C		
NB												
SB		0,468	0,371	16,197	1	426,973	16	0,613	16,810	C		
											755,75	F
		1,909	0,371	40,609	1	466,535	16	934,47	975,08	F		

Intersection Delay 1253,59 sec/veh Intersection LOS F

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: - GEOMETRI - PENGATURAN LALU LINTAS - - LINGKUNGAN	Tanggal:	Ditangani oleh:
	Kota:	
	Simpang: SERIP	
	Ukuran kota:	
	Soal:	
	Periode:	

FASE SINYAL YANG ADA

g = 22 IG = 6	g = 22 IG = 6	g = 22 IG = 6	g = 22 IG = 6	Waktu siklus: c = 112 Waktu hilang total: LTI = Σ IG = 24



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	Com	Rendah	TIDAK	0	YA		5,80	3,00	2,00	4,35
S	Com	Tinggi	TIDAK	0	TIDAK		4,35	4,35		5,80
T	Com	Sedang	TIDAK	0	YA		5,80	3,00	2,00	4,25
B	Com	Sedang	YA	0	TIDAK		4,25	4,25		5,80

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-II:
ARUS LALU LINTAS

Tanggal:
Kota:
Simpang: SEKIP

Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

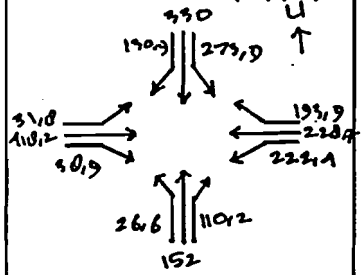
Kode Pendekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND. TAK BERMOTOR	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio belbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		p sr Eq.(13)	p sr Eq.(14)	kend/jam	Eq.(15)
(1)	(2)	(3)	Terlindung (4)	Terlawan (5)	(6)	Terlindung (7)	Terlawan (8)	(9)	Terlindung (10)	Terlawan (11)	(12)	Terlindung (13)	Terlawan (14)			(17)	(18)
U	LT/LTOR	115	115		03	107,9		255	51	102	453	273,9	321,3			6	
	ST	208	208		30	39		415	83	166	653	330	413			18	
	RT	40	40		41	53,3		188	37,6	75,2	269	130,9	160,5		0,10	10	
	Total	363	363		151	200,2		858	171,6	343,2	1379	734,8	906,4			34	0,02
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
S	LT/LTOR	12	12		0	0		73	14,6	29,2	85	26,6	41,2			12	
	ST	96	96		0	0		280	56	112	376	152	208			22	
	RT	68	68		0	0		211	42,2	84,4	279	110,2	152,4		0,38	8	
	Total	176	176		0	0		564	112,8	225,6	740	288,8	401,6			42	0,06
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
T	LT/LTOR	120	120		4	5,2		486	97,2	194,4	610	222,4	319,6			20	
	ST	109	109		33	42,9		384	76,8	153,6	526	228,7	305,5			22	
	RT	114	114		1	1,3		393	78,6	157,2	508	193,9	272,5		0,30	10	
	Total	343	343		38	49,4		1263	252,6	505,2	1644	645	897,6			52	0,03
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
B	LT/LTOR	19	19		0	0		64	12,8	25,6	83	31,8	44,6	0,08		1	
	ST	142	142		78	101,4		437	87,4	174,8	657	330,8	418,2			16	
	RT	27	27		1	1,3		53	10,6	21,2	81	38,9	49,5		0,1	6	
	Total	188	188		79	102,7		554	110,8	221,6	821	401,5	512,3			23	0,03
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL
KAPASITAS

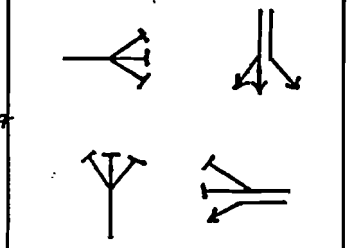
Tanggal:
Kota: YOGYAKARTA
Simpang: SEKIP

Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

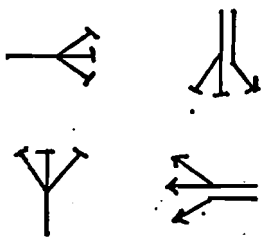
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



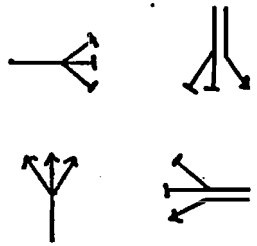
Fase 1



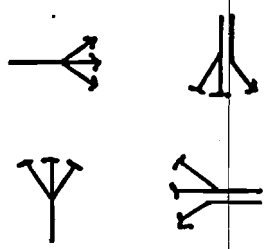
Fase 2



Fase 3



Fase 4



Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit / IFR	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c = C	Derajat kejenuhan
						Arah dari	Arah lawan		Nilai dasar	Faktor-faktor penyesuaian: Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
									smp/jam hijau	Ukuran kota	Hambatan samping	Kelandaian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri							
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Eq.(20) Gb.C-3:2 Eq.(19) Gb.C-3:3	F_{CS} Tb.C-4:1	F_{SF} Tb.C-4:2	F_G Gb.C-4:1	F_P Eq.(21)	F_M Eq.(22)	F_{LT} Eq.(23)	S Eq.(24)	Q	Q/S Eq.(26)	IFR Eq.(26)	g Eq.(30)	C Eq.(32)	Q/C Eq.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U		P	0,37		0,18			3	1900	0,94	0,94	1	0,9	1,05	1	1503	460,9	0,307	0,390	22	295	1,561
S		P		0,09	0,38			4,55	2610	0,94	0,87	1	0,88	1,1	0,90	2025	288,8	0,143	0,163	22	398	0,726
T		P	0,34		0,30			3	1900	0,94	0,92	1	1	1,08	1	1601	422,6	0,251	0,286	22	330	1,280
B		P		0,08	0,10			4,25	2550	0,94	0,93	1	1	1,025	0,99	2262	401,5	0,177	0,202	22	444,3	0,904

Waktu hilang total LTI (det)		Waktu siklus pra penyesuaian	c_{ua}	(det)	Eq.(29)	
		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Eq.(31)	

IFR = Σ FRcrit: 0,678

SIMPANG BERSINYAL

Formulir SIG-V: PANJANG ANTRIAN

JUMLAH KENDARAAN TERHENTI

TUNDAAN

Tanggal:

Kota:

Simpang: SEKIP

Waktu siklus: 112

Ditangani oleh:

Soal:

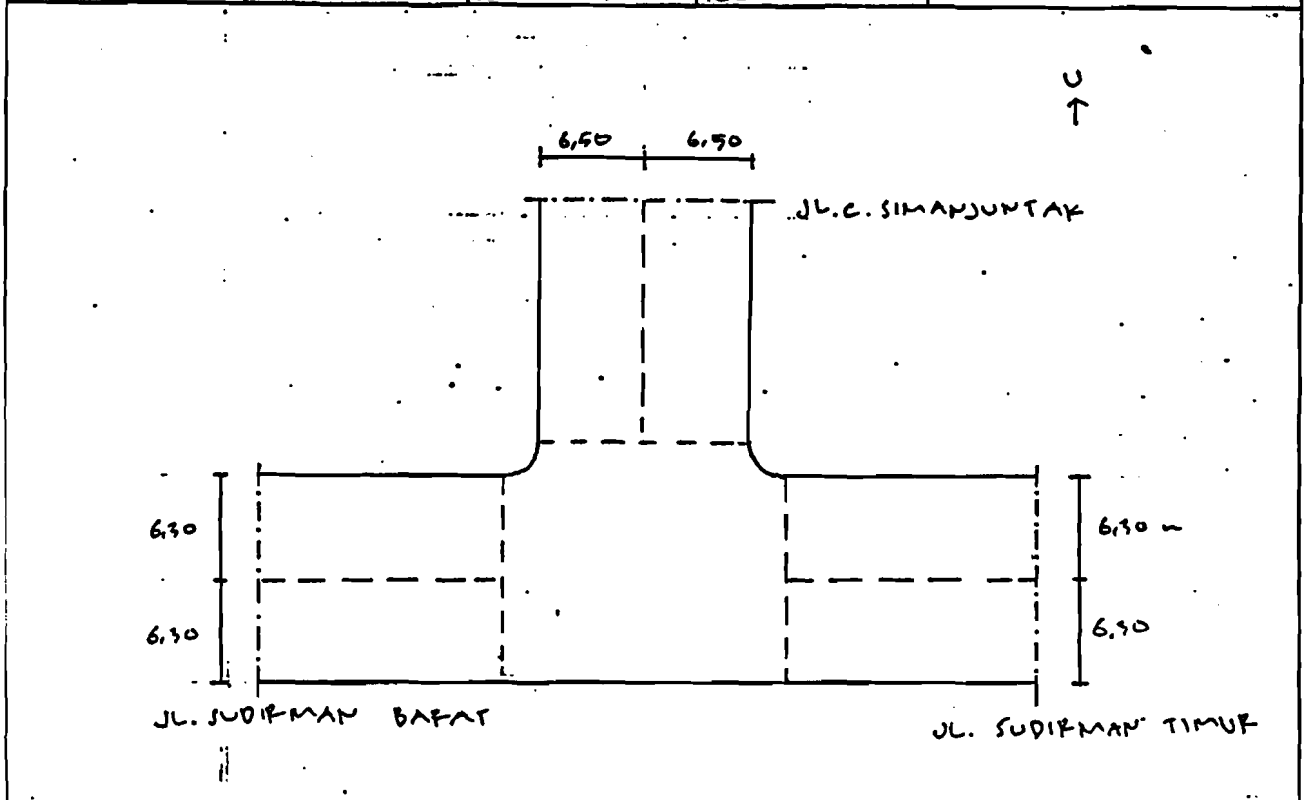
Periode:

Kode pendekat (1)	Arus lalu lintas smp/jam Q (2)	Kapasitas smp/jam C (3)	Derajat kejenuhan DS = Q/C (4)	Rasio hijau GR = g/c (5)	Jumlah kendaraan antri (smp) NQ1 Eq.(34.1) (6)	NQ2 Eq.(35) (7)	Total NQ1+NQ2=NQ Eq.(37) (8)	NQmax Gb.E-2:2 (9)	Panjang antrian (m) QL Eq.(36) (10)	Rasio kendaraan stop/smp NS Eq.(39) (11)	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv Eq.(40) (12)	Tundaan Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT Eq.(42) (13)	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG Eq.(43) (14)	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG (13)+(14) (15)	Tundaan total smp.det D x Q (2)x(15) (16)
UTARA	460,9	295	1,56	0,196	84,68	16,62	101,3	108	720	6,358	2930	1084,7622	19,4564	1104,2186	508934
SELATAN	288,8	398	0.726	0,196	0,815	8,421	9,235	15	68.966	0.925	267	49,5307	3,9169	53,4557	15437,
TIMUR	1221,6	330	1,280	0,196	48,82	14,11	62,934	70	466,67	4,308	1021	580,5347	11,2064	591,7411	2500 69
BARAT	401,5	444,3	0,904	0,196	3,586	12,20	15,789	24	112,941	1,138	457	73,0159	4,3989	77,4148	31082,1
LTOR (semua)	196,3											0	6	6	2977,8
Arus kor. Qkor.											Total:	4989		Total:	8085302
Arus total Qtot.	2070,1										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	2,41		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	390,562

SIMPANG BERSINYAL ~~Formulir SIG-I:~~ • GEOMETRI • PENGATURAN LALU LINTAS • LINGKUNGAN	Tanggal:	Ditangani oleh:
	Kota:	
	Simpang: . TERBAN	
	Ukuran kota:	
	Soal:	
	Periode:	

FASE SINYAL YANG ADA

g = 30	g = 22	g = 22	g =	Waktu siklus: c = 89 Waktu hilang total: LTI = Σ IG = 15
IG = 5	IG = 5	IG = 5	IG =	



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (2)	Hambatan samping Tinggi/Rendah (3)	Median Ya/Tidak (4)	Kelandaian +/- % (5)	Belok-kiri langsung Ya/Tidak (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar pendekat (m) Pendekat W_A (8)	Masuk W_{MASUK} (9)	Belok kiri langsung W_{LTOR} (10)	Keluar W_{KELUAR} (11)
U	COM	~~Se~~Tinggi	TIDAK	0	YA		4,95	3,00	1,95	6,50
T	COM	Rendah	TIDAK	0	-		6,30	3,30	3,00	6,30
B	COM	Sedang	TIDAK	0	YA		6,50	3,30	3,20	6,30

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
Formulir SIG-II:	Kota:	
- ARUS LALU LINTAS	Simpang: TERBAN	Soal:
		Periode:

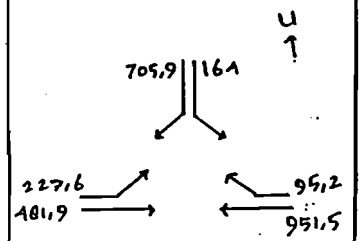
Kode Pendekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND. TAK BERMO	
		Kendaraan ringan (LV) emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			Kendaraan berat (HV) emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			Sepeda Motor (MC) emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			Kendaraan bermotor total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Ra UM/
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam				kend/ jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	Eq.(13) (15)	Eq.(14) (16)	(17)	Eq.((18)
U	LT/LTOR	114	114		0	0		250	50		364	164	215			58	
	ST																
	RT	399	399		19	63,7		1216	243,2		1664	705,9	949,1		0,01	143	
	Total	513	513		19	63,7		1466	293,2		2028	869,9	1163,1			201	0,1
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
T	LT/LTOR																
	ST	680	680		7	9,1		1312	262,4		1099	951,5	1205,9			200	
	RT	57	57		2	2,6		170	35,6		237	95,2	130,8		0,09	13	
	Total	737	737		9	11,7		1490	298		2236	1046,7	1344,7			221	0,1
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
B	LT/LTOR	117	117		0	0		553	110,6		670	227,6	330,2			101	
	ST	331	331		19	24,7		631	126,2		981	481,9	600,1			35	
	RT																
	Total	448	448		19	24,7		1184	236,8		1651	709,5	941,3			136	0,08
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																

SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL
KAPASITAS

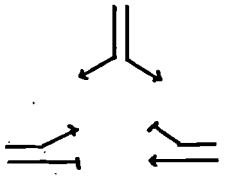
Tanggal:
Kota:
Simpang: TERBAN

Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

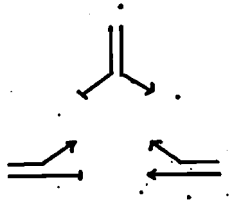
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)



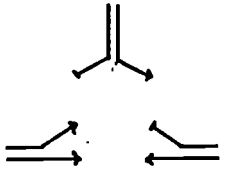
Fase 1



Fase 2



Fase 3



Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Arus RT smp/j Arah diri Q_{RT}	Arah lawan Q_{RTO}	Lebar efektif (m) W_e	Arus jenuh smp/jam hijau: Nilai dasar smp/jam hijau S_o Eq.(20) Gb.C-3:2 Eq.(18) Eq.(19) Gb.C-3:3	Faktor-faktor penyesuaian: Semua tipe pendekat: Ukuran kota F_{CS} Tb.C-4:1	Hambatan samping F_{SF} Tb.C-4:2	Kelandaian F_G Gb.C-4:1	Parkir F_P Eq.(21)	Hanya tipe P: Belok kanan F_{RT} Eq.(22)	Belok kiri F_{LT} Eq.(23)	Nilai disesuaikan smp/jam hijau S Eq.(24)	Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S Eq.(26)	Rasio fase PR = FRcrit / IFR Eq.(28)	Waktu hijau det g Eq.(30)	Kapasitas smp/jam $S \times g/c = C$ Eq.(32)	Derajat kejenuhan Q/C Eq.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	P	0,19	-	0,81			3,0	1800	0,94	0,88	1	0,97	1,212	1	1760,	705,9	0,401	0,529	22	593,1	1,190
T	2	P	-	-	0,09			3,30	1980	0,94	0,90	1	1	1,025	0,943	1717	95,2	0,055	0,073	22	421,4	0,224
B	3	P	0,32	-	-			3,30	1980	0,94	0,911	1	1	-	1	1599	481,9	0,301	0,397	22	395,2	1,219

Waktu hilang total LTI (det)		Waktu siklus pra penyesuaian	c_w (det)	Eq.(29)	
		Waktu sikus disesuaikan	c (det)	Eq.(31)	

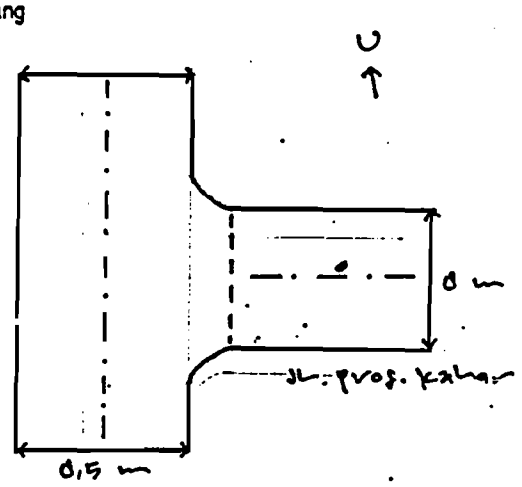
IFR = Σ FRcrit = 0,758

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
Formulir SIG-V: PANJANG ANTRIAN	Kota:	Soal:
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI	Simpang: TERBAH	Periode:
TUNDAAN	Waktu siklus:	

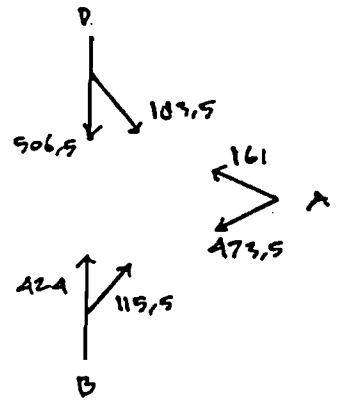
Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp) NQ1 Eq.(34.1)	NQ2 Eq.(35)	Total NQ1+NQ2= NQ Eq.(37)	NQmax Gb.E-2:2	Panjang antrian (m) QL Eq.(36)	Rasio kendaraan stop/smp NS Eq.(39)	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv Eq.(40)	Tundaan: Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT Eq.(42)	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG Eq.(43)	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG (13)+(14)	Tundaan total smp.det D x Q (2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
UTARA	705,9	893,1	1,190	0,337	59,822	19,319	79,145	87	580	4,082	2081,3	395,7935	1,2308	397,0324	280265
TIMUR	95,2	424,4	0,224	0,247	0	1,876	1,876	4	21,24	0,981	55,32	23,6703	2,5609	26,2472	2498,7
BARAT	491,9	395,2	1,219	0,247	96,396	12,838	59,234	67	106	4,475	2196,4	458,6967	17,8990	476,5957	229671
LTOR (semua)	392,6											0	6	6	2355,6
Arus kor. Okor.											Total:	5093		Total:	514790
Arus total Qtot.	1675,6										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	3,04		Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	307,23

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR USIG-I:	Kota: YOGYAKARTA	Propinsi:
• GEOMETRI	Jalan utama: C. SIMANJUNTAK	
• ARUS LALU LINTAS	Jalan minor: Prof. KAHAR MUZZAKIR.	
	Soal:	Periode:

Geometri simpang



Arus lalu lintas



Median jalan utama: L

1	KOMPOSISI LALU LINTAS	LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smd		Faktor-k	
	ARUS LALU LINTAS	Arah	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Kendaraan bermotor total MV			Kend. tak bermotor UM kend/jam (12)
	Pendekat (1)	(2)	kend/jam (3)	emp=1,0 smp/jam (4)	kend/jam (5)	emp=1,3 smp/jam (6)	kend/jam (7)	emp=0,5 smp/jam (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)	Rasio belok (11)	
2	Jl. Minor: A	LT	247	247	0	0	453	226,5	700	473,5	0,716	43
3		ST										
4		RT	65	65	0	0	192	96	257	161	0,254	34
5		Total	312	312	0	0	645	322,5	957	634,5		77
6	Jl. Minor: C	LT										
7		ST										
8		RT										
9		Total										
10	Jl. Minor total A+C		312	312	0	0	645	322,5	957	634,5		77
11	Jl. Utama: B	LT										
12		ST	138	138	0	0	572	286	710	424		103
13		RT	36	36	0	0	159	79,5	195	115,5	0,214	9
14		Total	174	174	0	0	731	365,5	905	539,5		112
15	Jl. Utama: D	LT	87	87	0	0	193	96,5	280	183,5	0,266	40
16		ST	175	175	0	0	663	331,5	838	506,5		76
17		RT										
18		Total	262	262			856	428	1118	690		116
19	Jl. Utama total B+D		436	436	0	0	1587	793,5	2023	1229,5		
20	Utama+minor	LT	334	334	0	0	646	323	980	657	0,352	83
21		ST	313	313	0	0	1235	617,5	1548	930,5		179
22		RT	101	101	0	0	351	175,5	452	276,5	0,198	42
23	Utama+minor total		748	748	0	0	2232	1116	2980	1864	0,500	305
24					Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total					0,341	UM/MV :	0,102

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMUUR USIG-II:	Kota:	Ukuran kota: Juta
- ANALISA	Jalan utama:	Lingkungan jalan:
	Jalan minor:	Hambatan samping:
	Soal:	Periode:

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalan minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				Tbl. B-1:1
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
1	3	4		4	4,25	4,25	4,25	4,125	2	2	3,22

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_o smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	
1	2700	1,044	1	0,94	0,84	1,41	0,952	0,92	2749

3. Perilaku lalu lintas

Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(28) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl.Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)
1	1064	0,678	7	5,25	10,141	4,161	11,162	18-36	

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

- Analisis Tingkat pelayanan ruas Jalan C. Simanjuntak

COMPUTATION OF ARTERIAL WORKSHEET											
segment	Arterial : Jl C Simanjuntak Date :							ART SPD = 3600 (Sum of Length) / Sum of Time			
	Length	Arterial Class	Free Flow Speed	Section	Running Time	Intersection Total Delay	Other Delay	Sum Of Time By Section	Sum Of Length By Section	Arterial Spd (Km/Jam)	Arterial Los By Section
1	0,6	III	-	1	112,51	390,56	-	503,092	0,6	2,683	F
2	0,6	III	-	2	97,86	307,23	-	488,450	0,6	2,764	F

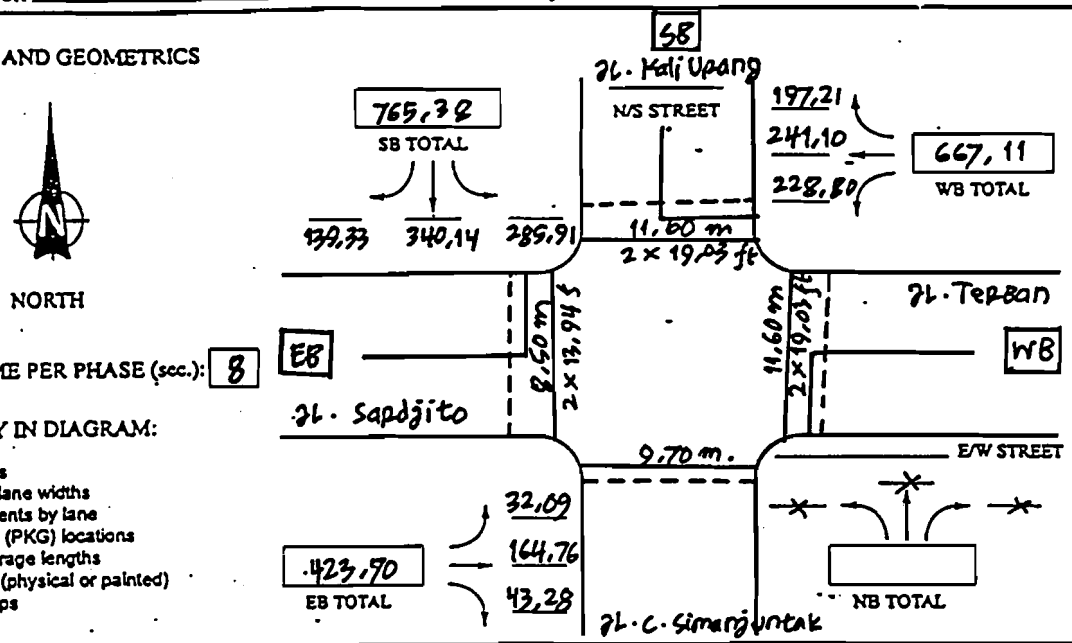
INPUT MODULE WORKSHEET

Intersection: Jl. Kali Uparg - Jl. Teban - Jl. C. Simanjuntak - Jl. Sapdjito Date: _____

Analyst: _____ Time Period Analyzed: _____ Area Type: ☐ CBD ☐ Other

Project No.: _____ City/State: _____

VOLUME AND GEOMETRICS



NORTH

LOST TIME PER PHASE (sec.): 8

IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or painted)
7. Bus stops

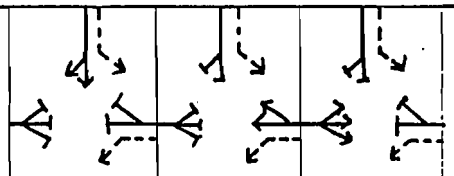
TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses (N_b)	PHF	Conf. Peds. (peds/hr)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N_m				Y or N	Min. Timing	
EB	0	0,6	N	-	-	0,818	174	N	7,9725	2
WB	0	2,7	N	-	-	0,870	484	N	10,515	3
NB	-	-	N	-	-	-	499	N	-	
SB	0	2,7	N	-	-	0,868	141	N	10,515	3

Grade: + up, - down
HV: veh. with more than 4 wheels
N_m: pkg. maneuvers/hr
N_b: buses stopping/hr
PHF: peak-hour factor
Conf. Peds.: Conflicting peds/hr
Min. Timing: min. green for pedestrian crossing
Arr. Type: Type 1-6, or P

PHASING

DIAGRAM



Timing	G = 30 Y + AR =	G = 20 Y + AR =	G = 30 Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =
Pretimed or Actuated								

Protected turns | Permitted turns | Pedestrian | Cycle Length 98 Sec

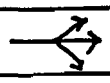
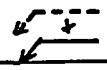
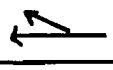
VOLUME ADJUSTMENT MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Mvt.	3 Mvt. Volume (vph)	4 Peak Hour Factor PHF	5 Flow Rate v_p (vph) [3]/[4]	6 Lane Group	7 Flow Rate in Lane Group v_p (vph)	8 Number Of Lanes N	9 Lane Utilization Factor U Table 9-4	10 Adj. Flow v (vph) [7]*[9]	11 Prop. of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	32,09		39,210						0,134
	TH	164,76	0,818	201,318		293,411	1	1	293,411	
	RT	43,28		52,883						0,180
WB	LT	228,8		262,908		262,908	1	1	262,908	1
	TH	241,1	0,870	277,042		503,651	1	1	503,651	
	RT	197,21		226,609						0,450
NB	LT	–								
	TH	–								
	RT	–								
SB	LT	285,91		329,534		329,534	1	1	329,534	1
	TH	340,14	0,868	392,038		552,627	1	1	552,627	
	RT	139,33		160,589					-	0,291

SATURATION FLOW RATE MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Lane Group Mvt.	3 Ideal Sat. Flow (pcphgpl)	4 No. of Lanes N	ADJUSTMENT FACTORS								13 Adj. Sat Flow Rate s (vphg)
				5 Lane Width f_w Table 9-5	6 Heavy Veh f_{hv} Table 9-6	7 Grade f_g Table 9-7	8 Pkg. f_p Table 9-8	9 Bus Blockage f_{bb} Table 9-9	10 Area Type f_a Table 9-10	11 Right Turn f_{RT} Table 9-11	12 Left Turn f_{LT} Table 9-12	
EB		–										
		1900	1	1.065	0,994	1	1	1	0,9	0,946	0,992	1697,37
		–										
WB		1900	1	0,917	1	1	1	1	0,9	1	0,612	960,26
		1900	1	0,917	0,978	1	1	1	0,9	0,992	1	1514,46
		–										
NB		–										
		–										
		–										
SB		1900	1	0,917	0,993	1	1	1	0,9	1	0,620	964,65
		1900	1	0,917	0,974	1	1	1	0,9	0,969	1	1478,97
		–										

CAPACITY ANALYSIS MODULE WORKSHEET

1 Lane Group Mov'ts	2 Phase Type (P,S,T)	3 Adj. Flow Rate (v)	4 Adj. Sat. Flow Rate (s)	5 Flow Ratio (v/s) [3]/[4]	6 Green Ratio g/C	7 Lane Group Capacity (c) [4]x[6]	8 Lane Group v/c Ratio (X) [3]/[7]	9 Critical Lane Grp. [*]
	P	293,411	1697,37	0,173	0,286	484,96	0,605	✓
	P	262,908	960,26	0,274	1	960,26	0,274	
	P	503,651	1514,46	0,333	0,184	278,17	1,811	✓
	P	329,534	964,65	0,342	1	964,65	0,342	
	P	552,627	1478,87	0,374	0,286	422,54	1,308	✓

LOS MODULE WORKSHEET

Cycle sec		First Term Delay				Second Term Delay			Lane Group		Approach	
1 Lane Group Movements		2 v/c Ratio x	3 Green Ratio g/C	4 Uniform Delay d_1 sec/veh	5 Delay Adj. Factor DF	6 Lane Grp. Capacity C vph	7 d_3 Cal. Term m	8 Incremental Delay d_2 sec/veh	9 Delay [4]x[5] +[8] sec/veh	10 LOS	11 Delay sec/veh	12 LOS
EB		–										
		0,605	0,286	22,97	1	484,96	12	1,173	24,143	C	24,143	C
		–										
WB		0,274	1	0	0	960,26	16	0,041	0,041	A		
		1,841	0,184	37,18	1	278,17	16	954,564	991,75	F	651,619	F
		–										
NB		–										
		–										
		–										
SB		0,342	1	0	0	964,65	16	0,087	0,087	A		
		1,308	0,286	30,34	1	422,54	16	203,532	233,87	F	146,538	F
		–										

Intersection Delay 327,403 sec/veh Intersection LOS F

INPUT MODULE WORKSHEET

Intersection: Jl. C. Simanjuntak - Jl. Sudirman Timur - Jl. Sudirman Barat Date: _____

Analyst: _____ Time Period Analyzed: _____ Area Type: ☐ CBD ☐ Other

Project No.: _____ City/State: _____

VOLUME AND GEOMETRICS

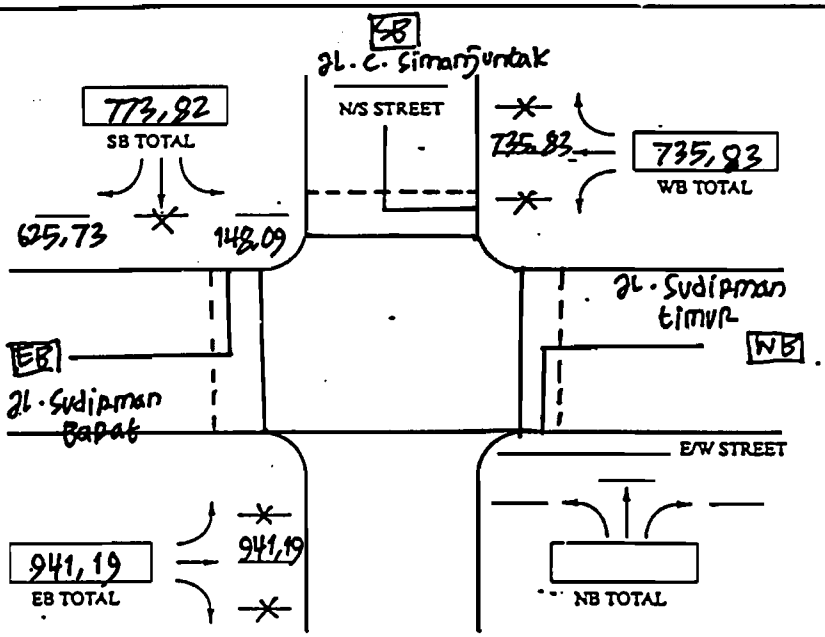


NORTH

LOST TIME PER PHASE (sec.): 5

IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or painted)
7. Bus stops



TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

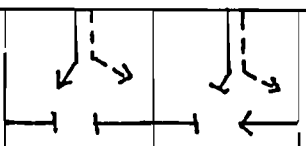
Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses (N_b)	PHF	Conf. Peds. (peds./hr)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N_m				Y or N	Min. Timing	
EB	0	0,03	N	–	–	0,878	76	N	12,6625	2
WB	0	0,01	N	–	–	0,708	132	N	12,735	1
NB	–		–	–	–	–	–	–	–	
SB	0	1,38	N	–	–	0,742	107	N	10,12	2

Grade: + up, - down
HV: veh. with more than 4 wheels
N_m: pkg. maneuvers/hr

N_b: buses stopping/hr
PHF: peak-hour factor
Conf. Peds.: Conflicting peds./hr

Min. Timing: min. green for pedestrian crossing
Arr. Type: Type 1-6, or P

PHASING

DIAGRAM								
Timing	G = 22 Y + AR = 5	G = 12 Y + AR = 5	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =	G = Y + AR =
Pretimed or Actuated								

——— Protected turns - - - - Permitted turns – – – – – – – Pedestrian Cycle Length 47 Sec

VOLUME ADJUSTMENT MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Mvt.	3 Mvt. Volume (vph)	4 Peak Hour Factor PHF	5 Flow Rate v_i (vph) [3]/[4]	6 Lane Group	7 Flow Rate in Lane Group v_i (vph)	8 Number Of Lanes N	9 Lane Utilization Factor U Table 9-4	10 Adj. Flow v (vph) [7]*[9]	11 Prop. of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	—								
	TH	941,19	0,878	1072,001	+	1072,001	2	1.05	1125,601	1
	RT	—								
WB	LT	—								
	TH	735,83	0,708	1038,957	+	1038,957	2	1.05	1090,905	1
	RT	—								
NB	LT	—								
	TH	—								
	RT	—								
SB	LT	148,09		199,597	+	199,597	1	1	199,597	1
	TH	—	0,742							
	RT	625,73		843,363	+	843,363	1	1	843,363	1

SATURATION FLOW RATE MODULE WORKSHEET

1 Appr.	2 Lane Group Mvt.	3 Ideal Sat. Flow (pcphgpl)	4 No. of Lanes N	ADJUSTMENT FACTORS								13 Adj. Sat Flow Rate s (vphg)
				6 Lane Width f_w Table 9-5	6 Heavy Veh f_{hv} Table 9-6	7 Grade f_g Table 9-7	8 Pkg. f_p Table 9-8	9 Bus Blockage f_{bb} Table 9-9	10 Area Type f_a Tsble 9-10	11 Right Turn f_{RT} Table 9-11	12 Left Turn f_{LT} Table 9-12	
EB		—										
	→	1900	2	1,157	0,999	1	1	1	0.9	1	1	3957,91
		—										
WB		—										
	←	1900	2	0,944	0,999	1	1	1	0,9	1	1	3229,45
		—										
NB		—										
		—										
		—										
SB	↓	1900	1	0,867	0,986	1	1	1	0,9	1	0,787	1151,53
		—										
	↓	1900	1	0,867	0,999	1	1	1	0,9	0,848	1	1259,23

CAPACITY ANALYSIS MODULE WORKSHEET

1 Lane Group Mov'ts	2 Phase Type (P,S,T)	3 Adj. Flow Rate (v)	4 Adj. Sat. Flow Rate (s)	5 Flow Ratio (v/s) [3]/[4]	6 Green Ratio g/C	7' Lane Group Capacity (c) [4]x[6]	8 Lane Group v/c Ratio (X) [3]/[7]	9 Critical Lane Grp. [*]
	—							
→ + →	P	1125,601	3957,912	0,284	0,52381	2073,192	0,54293	✓
	—							
	—							
← + ←	P	1090,905	3229,491	0,338	0,52381	1691,638	0,64488	✓
	—							
↓ + ↓	P	199,597	1151,532	0,173	0,52381	603,184	0,33091	
	—							
↓ + ↓	P	843,363	1258,231	0,670	0,52381	659,074	1,27962	✓

LOS MODULE WORKSHEET

Cycle sec		First Term Delay				Second Term Delay			Lane Group		Approach	
1 Lane Group Movements		2 v/c Ratio X	3 Green Ratio g/C	4 Uniform Delay d_1 sec/veh	5 Delay Adj. Factor DF	6 Lane Grp. Capacity C vph	7 d_2 Cal. Term m	8 Incremental Delay d_2 sec/veh	9 Delay [4]x[5] +[8] sec/veh	10 LOS	11 Delay sec/veh	12 LOS
EB	→											
	→	0,543	0,524	5,057	1	2073,192	12	0,1747	5,2320	B	0,1747	A
	→											
WB	→											
	←	0,645	0,524	5,465	1	1691,638	12	0,3071	5,7722	B	0,3071	A
	←											
NB	→											
	→											
	→											
SB	↓	0,331	0,524	4,378	1	603,184	12	0,0929	4,4707	A		
	↓										137,040	F
	↓	1,280	0,524	10,976	1	659,074	12	169,4512	180,43	F		

Intersection Delay 52,21 sec/veh Intersection LOS E

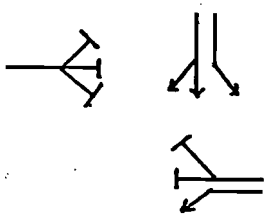
SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL
KAPASITAS

Tanggal:
Kota:
Simpang: SEKIP

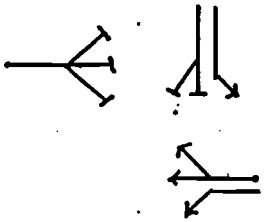
Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)

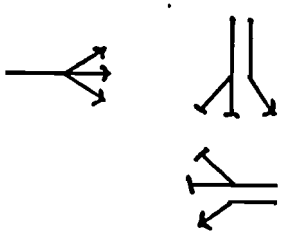
Fase 1



Fase 2



Fase 3



Fase 4

Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c =	Derajat kejenuhan
									Nilai dasar	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan					
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P							
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o Eq.(20) Gb.C-3:2 Eq.(19) Gb.C-3:3	Ukuran kota F_{CS} Tb.C-4:1	Hambatan samping F_{SF} Tb.C-4:2	Kelandaian F_G Gb.C-4:1	Parkir F_P Eq.(21)	Belok kanan F_{RT} Eq.(22)	Belok kiri F_{LT} Eq.(23)	S Eq.(24)	Q	Q/S Eq.(26)	IFR Eq.(28)	g Eq.(30)	C Eq.(32)	Q/C Eq.(33)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	P						3	1800	0,94	0,94	1	1	1,09	1	1734	460,9	0,266	0,515	30	525	0,877
S																						
T	2	P						3	1800	0,94	0,92	1	1	1,08	1	1601,2	422,6	0,251	0,485	30	509	0,830
B	3	P						9,25	2550	0,94	0,93	1	1	1,025	0,99	2262,1	401,5	0,177	0,342	20	457	0,879

Waktu hilang total LTI (det)		Waktu siklus pra penyesuaian	c_{ua} (det)	Eq.(29)	
		Waktu sikus disesuaikan	c (det)	Eq.(31)	

IFR = Σ FRcrit = 0,517

SIMPANG BERSINYAL

Formulir SIG-V: PANJANG ANTRIAN
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
TUNDAAN

Tanggal:
Kota:
Simpang: SEKIP
Waktu siklus:

Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

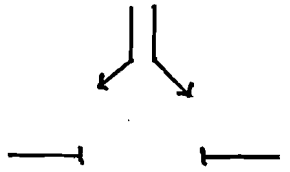
Kode pendekat (1)	Arus lalu lintas smp/jam Q (2)	Kapasitas smp/jam C (3)	Derajat kejenuhan DS = Q/C (4)	Rasio hijau GR = g/c (5)	Jumlah kendaraan antri (smp) NQ1 Eq.(34.1) (6)	NQ2 Eq.(35) (7)	Total NQ1+NQ2= NQ Eq.(37) (8)	NQmax Gb.E-2:2 (9)	Panjang antrian (m) QL Eq.(36) (10)	Rasio kendaraan stop/smp NS Eq.(39) (11)	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv Eq.(40) (12)	Tundaan Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT Eq.(42) (13)	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG Eq.(43) (14)	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG (13)+(14) (15)	Tundaan total smp.det D x Q (2)x(15) (16)
UTARA	460,9	525,34	0,877	0,303	2,828	12,033	14,861	22	117	1,055	486,399	52,1324	4,1593	56,2917	25911,858
SELATAH															
TIMUR	422,6	509,46	0,830	0,303	1,854	10,820	12,671	20	134	0,982	414,768	45,2199	3,9596	49,1796	20783,284
BARAT	401,5	456,99	0,879	0,202	2,829	10,712	13,541	21	99	1,104	443,171	60,6107	4,3008	64,9115	26061,760
LTOR (semua)	496,3											0	6	6	2977,8
Arus kor. Okor.										Total:	1344			Total:	75967,702
Arus total Qtot.	1781,3									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	0,755			Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	42,635

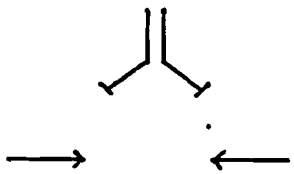
SIMPANG BERSINYAL
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL
KAPASITAS

Tanggal:
Kota:
Simpang: TERBAN

Ditangani oleh:
Soal:
Periode:

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam) | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 | Fase 4





Kode pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif	Arus jenuh smp/jam hijau							Arus lalu lintas	Rasio arus	Rasio fase	Waktu hijau	Kapasitas	Derajat kejenuhan
									Nilai dasar	Faktor-faktor penyesuaian					Nilai disesuaikan						
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P							
						Arah dari	Arah lawan			Ukuran kota	Hambatan samping	Kelandaian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri						
			p_{LTOR}	p_{LT}	p_{RT}	Q_{RT}	Q_{RTO}	W_e	S_o	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
									Eq.(20)												
									Eq.(18)												
									Eq.(19)												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	P			0,8160			7	4200	0,94	0,100	1	0,975	1,212	1	3226	705,9	0,172	0,372	22	2151	0,328
T	2	P			0,0978			6,3	3780	0,94	0,90	1	1	1,025	1	1717	951,5	0,290	0,628	22	1717	0,554
B	3	P	0,3574		—			6,3	3780	0,94	0,911	1	1	1	0,845	3149	481,9	0,158	0,342	22	1599	0,301

Waktu hilang total LTI (det)		Waktu siklus pra penyesuaian	c_w	(det)	Eq.(29)	IFR = Σ FRcrit	0,462
		Waktu sikus disesuaikan	c	(det)	Eq.(31)		

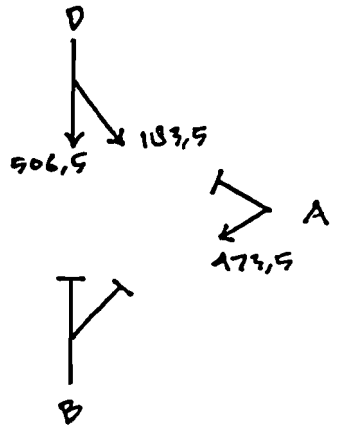
SIMPANG BERSINYAL		Tanggal:	Ditangani oleh:
Formulir SIG-V:	PANJANG ANTRIAN	Kota:	Soal:
	JUMLAH KENDARAAN TERHENTI	Simpang: TERBAN	Periode:
	TUNDAAN	Waktu siklus:	

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp) NQ1 Eq.(34.1)	NQ2 Eq.(35)	Total NQ1+NQ2=NQ Eq.(37)	NQmax Gb.E-2:2	Panjang antrian (m) QL Eq.(36)	Rasio kendaraan stop/smp NS Eq.(39)	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv Eq.(40)	Tundaan Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT Eq.(42)	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG Eq.(43)	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG (13)+(14)	Tundaan total smp.det D x Q (2)x(15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
UTARA	705,9	2151	0,328	0,521	0	4,458	4,458	8	16	0,419	316,850	9,0022	4,1928	9,1960	6703,252
TIMUR	951,5	1716,9	0,554	0,521	0,125	7,118	7,570	12	38	0,614	983,998	6,9643	2,6801	9,6447	9176,91
BARAT	481,9	1599	0,301	0,521	0	3,179	2,095	6	19	0,163	223,304	5,0142	1,8535	6,8677	3309,58
LTOR (semua)	392,6											0	6	6	2355,6
Arus kor. Qkor.										Total:	1121,3			Total:	21519,32
Arus total Qtot.	2531,9									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp:	0,44			Tundaan simpang rata-rata (det/smp):	8,58

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	Ditançani oleh:
FORMULIR USIG-I:	Kota:	Provinsi:
• GEOMETRI	Jalan utama: C. SIMANJUNTAK	
• ARUS LALU LINTAS	Jalan minor: Prof FAHAR MUZAKKIR.	
	Soal:	Periode:

Geometri simpang

Arus lalu lintas



edian jalan utama	L

KOMPOSISI LALU LINTAS		LV% :		HV% :		MC% :		Faktor-smd		Faktor-k	
ARUS LALU LINTAS	Arah	Kendaraan ringan LV		Kendaraan berat HV		Sepeda motor MC		Kendaraan bermotor total MV			Kend. tak bermotor UM kend/jam (12)
Pendekat (1)	(2)	kend/jam (3)	emp=1,0 smp/jam (4)	kend/jam (5)	emp=1,3 smp/jam (6)	kend/jam (7)	emp=0,5 smp/jam (8)	kend/jam (9)	smp/jam (10)	Rasio belok (11)	
Jl. Minor: A	LT	247	247	0	0	453	226,5	700	473,5	0,716	43
	ST										
	RT	0	0	0	0	192	96	257	161	0,251	31
	Total	247	247	0	0	645	322,5	957	634,5		77
Jl. Minor: C	LT										
	ST										
	RT										
	Total										
Jl. Minor total A+C		247	247	0	0	645	322,5	957	634,5		77
Jl. Utama: B	LT										
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jl. Utama: D	LT	87	87	0	0	193	96,5	280	183,5	0,266	40
	ST	175	175	0	0	663	331,5	838	506,5		183
	RT										
	Total	262	262	0	0	856	428	1118	690		223
Jl. Utama total B+D		262	262	0	0	856	428	1118	690		223
Utama+minor	LT	334	334	0	0	646	323	980	657	0,565	83
	ST	175	175	0	0	663	331,5	838	506,5		183
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0		0
Utama+minor total		509	509	0	0	1309	654,5	1818	1163,5		266
				Rasio Jl.Minor / (Jl.Utama+minor) total					0,407	UM/MV :	0,116

SIMPANG TAK BERSINYAL	Tanggal:	Ditangani oleh:
FORMULIR USIG-II:	Kota:	Ukuran kota: Juta
- ANALISA	Jalan utama:	Lingkungan jalan:
	Jalan minor:	Hambatan samping:
	Soal:	Periode:

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lebar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1:2		Tipe simpang
		Jalan minor			Jalan utama			Lebar pendekat rata-rata W_I	Jalan minor	Jalan utama	Tbl. B-1:1
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
2	3	4		4	4,125	4,125	4,125	4,125	2	2	322

2. Kapasitas

Pilihan	Kapasitas Dasar C_o smp/jam Tbl. B-2:1 (20)	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas (C) smp/jam (28)
		Lebar pendekat rata-rata F_W Gbr. B-3:1 (21)	Median jalan utama F_M Tbl. B-4:1 (22)	Ukuran kota F_{CS} Tbl. B-5:1 (23)	Hambatan samping F_{RSU} Tbl. B-6:1 (24)	Belok kiri F_{LT} Gbr. B-7:1 (25)	Belok kanan F_{RT} Gbr. B-8:1 (26)	Rasio minor/ total F_{MI} Gbr. B-9:1 (27)	
2	2700	1,044	1	0,94	0,98	1,41	0,962	0,92	2879,5

3. Perilaku lalu lintas

Pilihan	Arus lalu-lintas (Q) smp/jam USIG-1 Brs. 23-Kol 10 (30)	Derajat kejenuhan (DS) (30)/(26) (31)	Tundaan lalu-lintas simpang DT_I Gbr. C-2:1 (32)	Tundaan lalu-lintas Jl. Utama D_{MA} Gbr. C-2:2 (33)	Tundaan lalu-lintas Jl. Minor D_{MI} (34)	Tundaan geometrik simpang (DG) (35)	Tundaan simpang (D) (32)+(35) (36)	Peluang antrian (QP %) Gbr. C-3:1 (37)	Sasaran (38)
2	1163,5	0,404	4	5	10,141	3,404	7,404	9-18	

Catatan mengenai perbandingan dengan sasaran (39)

JALAN PERKOTAAN	Tanggal:		Ditangani oleh:	
FORMULIR UR-3: ANALISA	No. ruas/Nama jalan:			
KECEPATAN, KAPASITAS	Kode segmen:		Diperiksa oleh:	
	Periode waktu:		Nomor soal:	

Kecepatan arus bebas kendaraan ringan $FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs}$

Soal/ Arah	Kecepatan arus bebas dasar FV_o Tabel B-1:1 (km/jam)	Faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_w Tabel B-2:1 (km/jam)	$FV_o + FV_w$ (2) + (3) (km/jam)	Faktor penyesuaian		Kecepatan arus bebas FV (4) x (5) x (6) (km/jam)
				Hambatan samping FFV_{sf} Tabel B-3:1 atau 2	Ukuran kota FFV_{cs} Tabel B-4:1	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	57	0,89	57,89		0,95	55

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

Soal/ Arah	Kapasitas dasar C_o Tabel C-1:1 smp/jam	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C smp/jam (11)x(12)x(13)x(14)x(15)
		Lebar jalur FC_w Tabel C-2:1	Pemisahan arah FC_{sp} Tabel C-3:1	Hambatan samping FC_{sf} Tabel C-4:1 atau 2	Ukuran kota FC_{cs} Tabel C-5:1	
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	1650	1,08	1	0,92	0,95	1557,468

Kecepatan kendaraan ringan

Soal/ Arah	Arus lalu lintas Q Formulir UR-2 smp/jam	Derajat kejenuhan DS (21)/(16)	Kecepatan V_{LV} Gbr.D-2:1 atau 2 km/jam	Panjang segmen jalan L km	Waktu tempuh TT (24)/(23) jam
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
1	643,291	0,413	52	0,6	0,012

- Analisis pemecahan masalah dengan pengaturan lampu lalu lintas dan pengaturan parkir

COMPUTATION OF ARTERIAL WORKSHEET											
segment	Arterial : Jl C Simanjuntak Date :							ART SPD = 3600 (Sum of Length) / Sum of Time			
	Length	Arterial Class	Free Flow Speed	Section	Running Time	Intersection Total Delay	Other Delay	Sum Of Time By Section	Sum Of Length By Section	Arterial Spd (Km/Jam)	Arterial Los By Section
1	0,6	III	-	1	112,51	235,73	-	348,51	0,6	3,80	F
2	0,6	III	-	2	97,86	46,137	-	143,997	0,6	9,375	D

- Analisis Pemecahan masalah dengan perubahan arah arus (satu arah ke selatan) dan pengaturan parkir

COMPUTATION OF ARTERIAL WORKSHEET											
segment	Arterial : Jl C Simanjuntak Date :							ART SPD = 3600 (Sum of Length) / Sum of Time			
	Length	Arterial Class	Free Flow Speed	Section	Running Time	Intersection Total Delay	Other Delay	Sum Of Time By Section	Sum Of Length By Section	Arterial Spd (Km/Jam)	Arterial Los By Section
1	0,6	III	-	1	41,45	42,50	-	83,95	0,6	16,08	C

Data Observasi Waktu Perjalanan Ruas Jalan C.Simanjuntak (Simpang Sekip- Terban)

- **Trip Arah Utara**

Data Trip 1 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	23	52	2	0	4	2
O	0	2	0	0	0	0
P	0	0	0	0	3	2
PARK	16	2	0	0	13	1
WAKTU	1,7000 menit					

Data Trip 2 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	13	40	2	0	1	1
O	0	0	0	0	0	0
P	1	1	0	0	1	4
PARK	20	2	0	0	10	0
WAKTU	1,3333 menit					

Data Trip 3 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	10	51	2	0	2	4
O	0	0	0	0	0	0
P	0	2	0	0	4	3
PARK	14	4	0	0	8	0
WAKTU	1,3667 menit					

Data Trip 4 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	13	72	2	0	0	3
O	0	0	0	0	0	0
P	0	3	0	0	2	1
PARK	17	4	0	0	7	0
WAKTU	1,3833 menit					

Data Trip 5 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	22	70	1	1	2	2
O	0	1	0	0	0	0
P	0	1	0	0	2	0
PARK	19	3	1	0	12	0
WAKTU	1,6500 menit					

Data Trip 6 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	24	89	2	0	1	2
O	0	13	0	0	0	0
P	0	3	0	0	1	0
PARK	20	3	0	0	8	1
WAKTU	2,4833 menit					

Data Trip 7 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	20	63	1	0	2	4
O	0	3	0	0	0	0
P	0	2	0	0	2	0
PARK	25	3	0	0	17	0
WAKTU	1,7500 menit					

Data Trip 8 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	10	53	1	0	1	4
O	0	0	0	0	0	0
P	1	0	0	0	1	3
PARK	17	4	0	0	9	0
WAKTU	1,4333 menit					

Data Trip 9 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	10	60	1	0	3	5
O	0	1	0	0	0	0
P	0	2	0	0	2	4
PARK	15	6	0	0	7	0
WAKTU	1,2000 menit					

Data Trip 10 Arah Utara

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	14	55	1	0	1	4
O	0	0	0	0	0	0
P	1	3	0	0	2	1
PARK	18	6	0	0	6	0
WAKTU	1,2000 menit					

- **Trip ke arah Selatan**

Data Trip 1 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	13	36	2	0	1	4
O	0	2	0	0	0	0
P	0	0	0	0	1	1
PARK	24	5	1	0	3	0
WAKTU	1,5000 menit					

Data Trip 2 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	14	37	2	0	1	5
O	0	2	0	0	0	0
0P	0	0	0	0	1	0
PARK	19	5	0	0	10	0
WAKTU	1,6500 menit					

Data Trip 3 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	11	30	1	0	2	4
O	0	3	0	0	0	0
P	0	4	0	0	1	0
PARK	22	6	1	0	5	0
WAKTU	1,6167 menit					

Data Trip 4 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	14	45	1	0	2	3
O	0	5	0	0	0	0
P	0	2	0	0	0	3
PARK	23	8	0	0	3	1
WAKTU	1,6167 menit					

Data Trip 5 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	23	40	2	0	3	2
O	0	1	0	0	0	0
P	0	2	0	0	2	0
PARK	19	6	1	0	7	0
WAKTU	1,5833 menit					

Data Trip 6 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	19	50	0	0	4	4
O	0	5	0	0	0	0
P	0	0	0	0	2	0
PARK	20	3	1	0	2	0
WAKTU	2,0000 menit					

Data Trip 7 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	5	22	1	0	0	3
O	0	2	0	0	0	0
P	0	1	0	0	0	2
PARK	14	7	0	0	4	0
WAKTU	1,1000 menit					

Data Trip 8 Arah selatan

	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	20	30	1	0	1	5
O	0	5	0	0	0	0
P	0	1	0	0	0	1
PARK	20	6	0	0	3	2
WAKTU	1,0000 menit					

Data Trip 9 Arah selatan

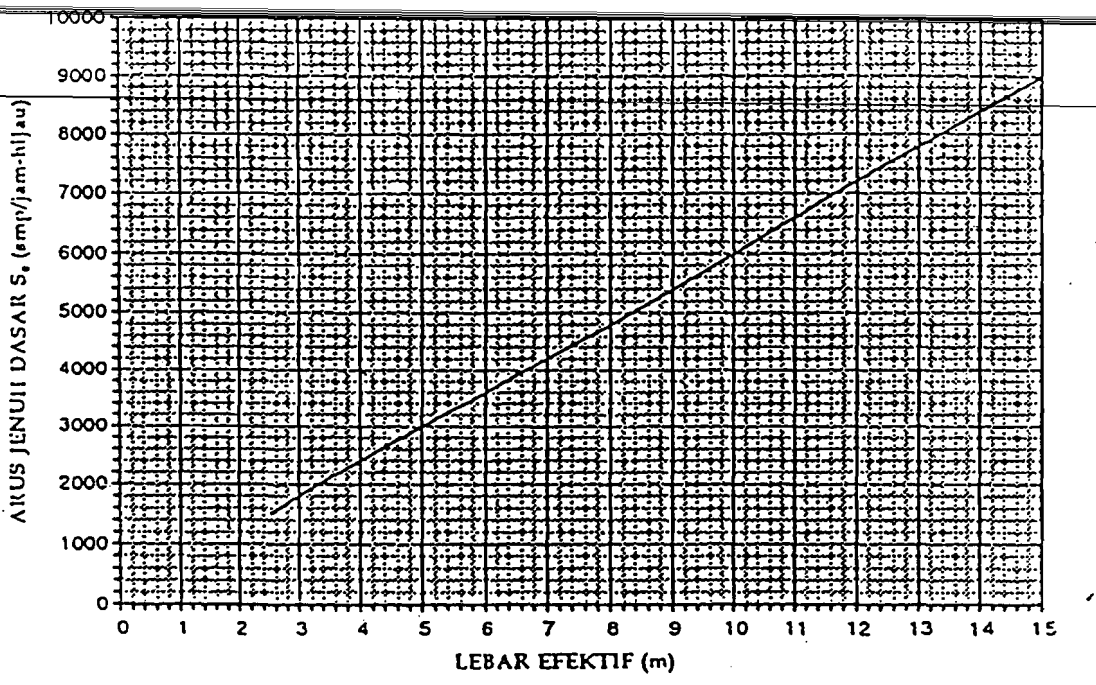
	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	18	44	1	0	1	3
O	0	1	0	0	0	0
P	0	2	0	0	1	0
PARK	20	11	1	0	1	2
WAKTU	1,5667 menit					

Data Trip 10 Arah selatan

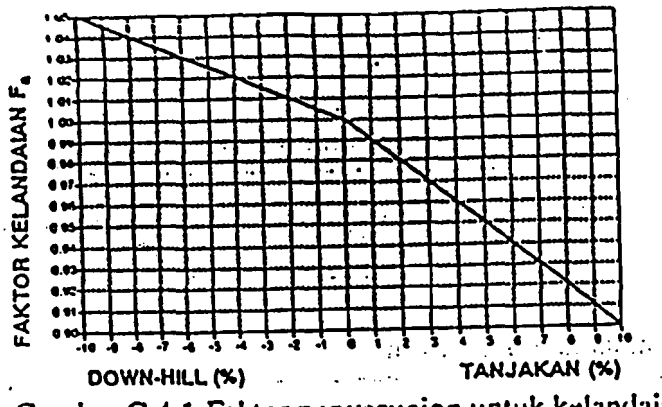
	MP	SPM	BIS	TRUK	BC	SPD
M	16	46	2	0	3	4
O	0	1	0	0	0	0
P	0	3	0	0	2	4
PARK	22	6	0	0	2	0
WAKTU	1,8333 menit					

Keterangan:

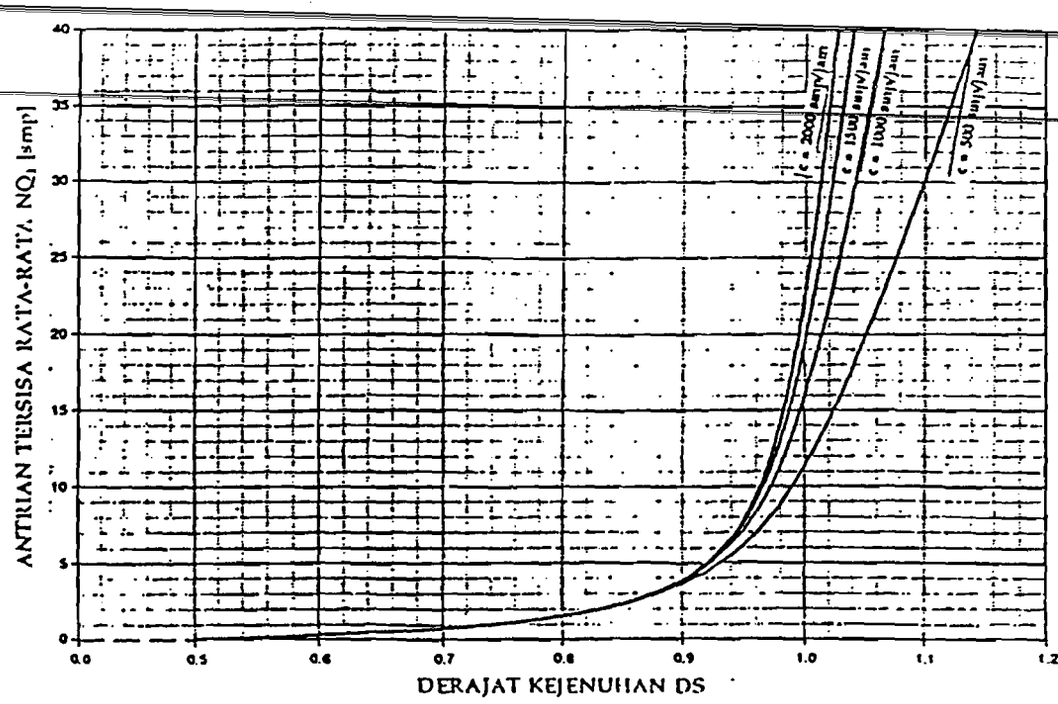
M	= Opposing	MP	= Mobil Penumpang
O	= Overtake	SPM	= Sepeda Motor
P	= Passing	BC	= Becak
PARK	= Parkir	WAKTIU	= Waktu Tempuh



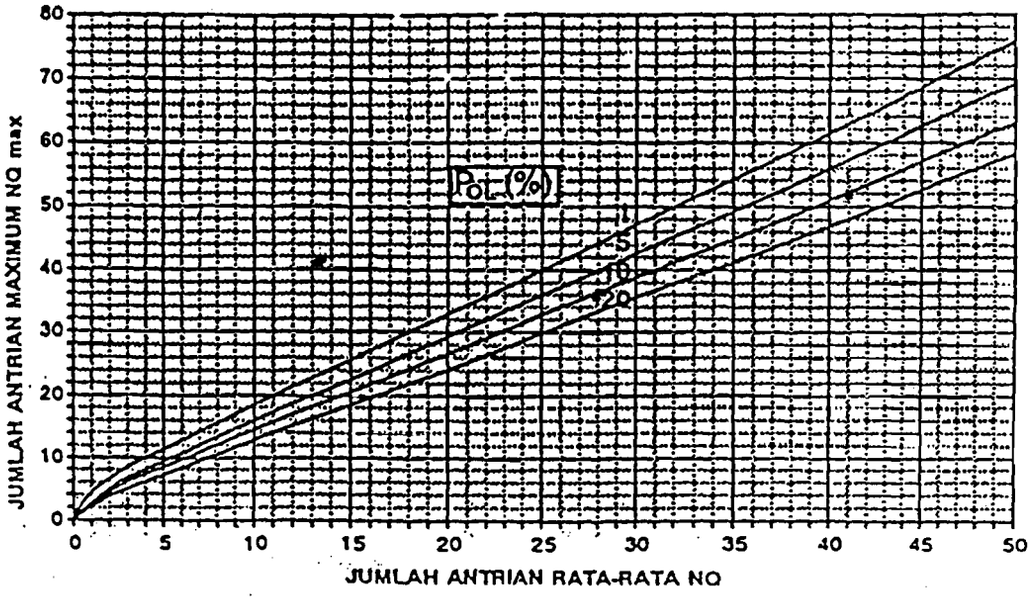
Gambar C-3:1 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P.



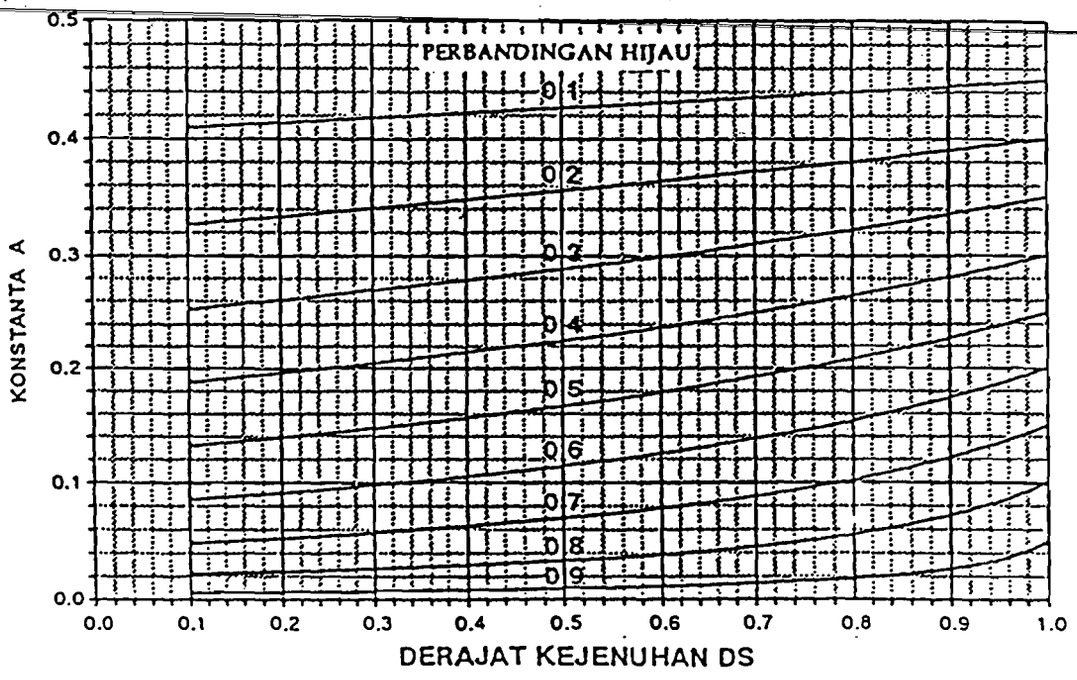
Gambar C-4:1 Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G)



Gambar E-2:1 Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)



Gambar E-2:2 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp



Gambar E-4:1 Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata (DT)