
TUGAS AKHIR

STUDI KASUS
JALAN LAYANG SEBAGAI ALTERNATIF MENGATASI
KEMACETAN LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN
JALAN KALIURANG - JALAN LINGKAR UTARA
UNTUK 20 TAHUN MENDATANG



Oleh :

ZUNAN KURNIAWAN MUHAMMAD

No. Mhs. : 89 310 080

NIRM : 89 0051013114120 078

YUNAN WEGIG KUMALA

No. Mhs. : 91 310 142

NIRM : 91 0051013114120 137

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

TUGAS AKHIR

STUDI KASUS

**JALAN LAYANG SEBAGAI ALTERNATIF MENGATASI KEMACETAN LALU
LINTAS DI PERSIMPANGAN JALAN KALIURANG - JALAN LINGKAR UTARA
UNTUK 20 TAHUN MENDATANG**

DISUSUN OLEH :

Nama : Zunan Kurniawan Muhammad

No. Mhs : 89 310 080

NIRM : 89 0051013114120 078

Nama : Yunan Wegig Kumala

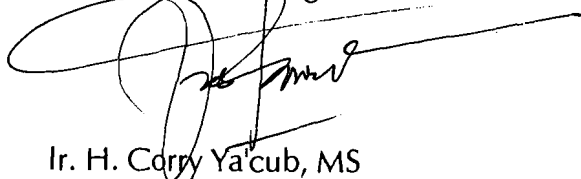
No. Mhs : 91 310 142

NIRM : 91 0051013114120 137

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

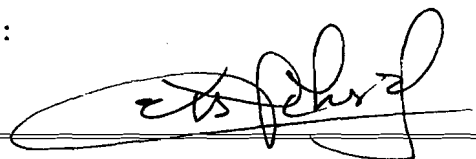
Ir. H. Bachnas, M.Sc

Dosen Pembimbing I

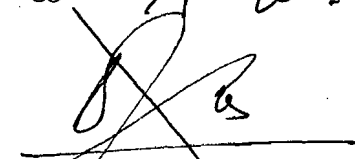


Ir. H. Corry Ya'cub, MS

Dosen Pembimbing II



Tanggal 8/9-20



Tanggal 8/5-20

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaannirrohiim

Assalaamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT yang telah melimpahkan rohmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini tentang studi kasus yang berjudul "**JALAN LAYANG SEBAGAI ALTERNATIF MENGATASI KEMACETAN LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN JALAN KALIURANG - JALAN LINGKAR UTARA UNTUK 20 TAHUN MENDATANG**" diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Hal ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi dan sumbangan pikiran yang sangat membantu dalam menyelesaikan semua hambatan yang terjadi selama penulisan hingga selesainya Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan segala keikhlasan hati

kami ucapkan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. H. Bachnas, MSc selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. H. Corry Yo'cob, Ms selaku dosen Pembimbing II
3. Bapak Dr. Ir. Widodo, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

4. Bapak Ir. H. Tadjudin BMA, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

5. Para sahabat, teman dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-satu, yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan ilmu serta kemampuan yang kami miliki dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini, mulai dari proses penelitian sampai dengan pembuatan laporan ini. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang.

Akhir kata, penyusun sangat berharap semoga penulisan kami ini bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT memberkati kita semua. Amin

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juni 1998

Zunan K M/ Yunan W K

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Pokok Masalah.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Lalu Lintas.....	5

2.1.1 Volume Lalu Lintas.....	5
2.1.2 Kecepatan.....	6
2.1.3 Kelambatan.....	8
2.2 Tinjauan Geometrik.....	8
2.2.1 Geometrik Pada Persimpangan.....	9
2.2.2 Keadaan Fisik dan Topografi Daerah.....	10
2.2.3 Klasifikasi Jalan.....	11
2.3 Kapasitas Jalan.....	14
2.3.1 Pengukuran Kuantitas.....	14
2.3.2 Pengukuran Kualitas.....	16
2.3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Nilai Kapasitas.....	16
2.4 Tingkat Pelayanan (Level of Service).....	18
2.5 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan	19
2.5.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi dan Tingkat Pelayananpada Persimpangan.....	19
2.5.2 Kapasitas Persimpangan.....	20
2.5.3 Tingkat Pelayanan.....	21
2.5.4 Dasar-dasar Penentuan Tingkat Pelayanan.....	23
2.6 Pertumbuhan Lalu Lintas.....	24

2.7	Pertemuan Jalan.....	26
2.7.1	Tipe Tipe Pertemuan Jalan Jalan	38
2.8	Lampu Lalu Lintas.....	29
2.8.1	Fungsi Lampu Lalu Lintas.....	29
2.8.2	Ciri-ciri Lampu Lalu Lintas	30
2.8.3	Lokasi Lampu Lalu Lintas	31
2.9	Gerakan Belok Pada Persimpangan.....	31
BAB III	LANDASAN TEORI.....	33
BAB IV	HIPOTESIS.....	44
BAB V	METODOLOGI PENELITIAN.....	45
5.1	Metode Penelitian.....	45
5.1.1	Metode Penentuan Subyek.....	45
5.1.2	Metode Studi Pustaka.....	46
5.1.3	Metode Inventarisasi Data.....	46
5.1.4	Metode Analisis Data.....	47
5.2	Data Awal.....	47
5.3	Cara Menentukan Penelitian di Lapangan.....	48
5.4	Bagan Alir Penelitian.....	49
5.5	Lokasi.....	50

BAB VI	HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	51
6.1	Hasil Penentuan Subyek	51
6.2	Hasil Inventarisasi data.....	53
6.2.1	Data Primer	53
6.2.2	Data Sekunder.....	59
6.3	Analisis Data	61
6.3.1	Analisis Pertumbuhan Penduduk.....	61
6.3.2	Analisis Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas	63
6.4	Analisis kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal	67
6.4.1	Analisis Untuk Tahun 1998.....	68
6.4.2	Analisis Tahun 2002 (Periode Lima Tahun Pertama).....	76
6.4.3	Analisis Tahun 2007 (Periode Lima Tahun Kedua).....	81
6.4.4	Analisis Tahun 2012 (Periode Lima Tahun Ketiga).....	86
6.4.5	Analisis Tahun 2017 (Periode Lima Tahun Keempat.).....	91
6.5	Alternatif Pemecahan Masalah.....	97
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	99
7.1	Kesimpulan	99
7.2	Saran	100

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2.	Klasifikasi jalan	12
Tabel 2.3.	Kriteria Tingkat Pelayanan Pertemuan Jalan Berlampu Lalu Lintas	23
Tabel 3.1.	Ukuran Simpang Bersinyal	34
Tabel 3.2.	Faktor Penyesuaian Kota	36
Tabel 3.3.	Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, hambatan samping dan kendaraan Bermotor.....	36
Tabel 3.4.	Waktu Siklus yang disarankan	38
Tabel 6.1.	Volume Lalu Lintas Pada Persimpangan (dalam SMP).....	54
Tabel 6.2.	Lebar Ruas Jalan	55
Tabel 6.3.	Persentase Kemiringan Ruas Jalan	55
Tabel 6.4.	"Cycle Time" Lampu Lalu Lintas Pada Persimpangan	56
Tabel 6.5.	Survai Hambatan Samping Jalan Kaliurang Utara	57
Tabel 6.6.	Survai Hambatan Samping Jalan Lingkar Utara Timur.....	58
Tabel 6.7.	Survai Hambatan Samping Jalan Kalurang Selatan.....	58
Tabel 6.8.	Survai Hambatan Samping Jalan Lingkar Utara Barat.....	59
Tabel 6.9.	Data Jumlah Penduduk Propinsi DIY.....	60
Tabel 6.10.	Banyaknya Kendaraan Bermotor di Propinsi DIY	61
Tabel 6.11.	Prediksi Jumlah Penduduk DIY.....	62
Tabel 6.12.	Data Jumlah Penduduk dan Jumlah Kendaraan di Propinsi DIY.....	63

Tabel 6.13 Presentase Perbandingan Jumlah Kendaraan terhadap Jumlah Penduduk

Propinsi DIY Tahun 1992 - 1996.....63

Tabel 6.14. Data Prediksi Tiap Tiap Kendaraan Di Propinsi DIY.....64

Tabel 6.15. Prediksi Arus Lalu Lintas 20 tahun yang akan datang.....65

Tabel 6.16. Kondisi Lapangan67

Tabel 6.17. Kondisi Arus Lalu Lintas67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Bagan Alir analisa Simpang Bersinyal	33
Gambar 3.2. Pendekat dengan dan tanpa Pulau Lalu Lintas	35
Gambar 3.3. Perhitungan jumlah Antrian NQ max	41
Gambar 5.1. "Flow Chart" Pelaksanaan Penelitian	49
Gambar 5.2. Lokasi Penelitian	50
Gambar 6.1 Diagram Siklus Waktu Lampu Lalu Lintas.....	56
Gambar 6.2. Kondisi Lapangan	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kartu peserta Tugas Akhir
Lampiran 2-4	Perhitungan 'Delay' Persimpangan Berdasar Formula Webster dan Cobbe
Lampiran 5-10	Perhitungan 'Delay' Persimpangan Berdasar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (hasil Penelitian)
Lampiran 11-22	Hasil Survei Lalu Lintas Simpang Empat Jalan Kaliurang - Jalan Lingkar Utara Yogyakarta

INTISARI

Perkembangan suatu daerah akibat dari peningkatan pemakaian guna lahan dan penambahan penduduk membawa pengaruh terhadap lalu lintas yang tumbuh di daerah tersebut. Bertambahnya kepemilikan suatu jenis kendaraan harus diimbangi dengan adanya prasarana jalan raya yang memadai.

Tolok ukur untuk melihat tingkat pelayanan pada suatu kondisi arus lalu lintas terganggu atau tidak adalah dari tertundanya kendaraan dan derajat kejenuhannya.

Hasil analisis tahun 1998 pada kondisi jam puncak, menunjukkan bahwa terjadi tundaan selama 68.46 det/ SMP (tingkat pelayanan F), panjang antrian sebesar 284 meter dan derajat kejenuhan 2.079 pada pendekat Jalan Kaliurang Utara. Melihat kondisi tersebut maka tingkat pelayanan untuk 20 tahun yang akan datang semakin rendah.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertemuan jalan merupakan salah satu bagian dari sistem jaringan jalan yang sering membuat pengemudi terpaksa mengurangi kecepatan kendaraan atau pertemuan jalan merupakan salah satu bagian dari sistem pertemuan jalan yang sering bahkan menghentikannya. Kondisi seperti ini biasanya disebabkan oleh kapasitas jalan yang sudah terlampaui serta penyalahgunaan fungsi jalan, misalnya sebagai tempat parkir, berpangkalnya pedagang kaki lima dan sebagainya.

Di antara persimpangan yang diperkirakan akan mengalami kemacetan pada jalan lingkar utara Yogyakarta ini adalah persimpangan dengan jalan yang menuju lokasi wisata Kaliurang dan kampus Universitas Islam Indonesia. Untuk menghindari kemacetan dan memperlancar arus perekonomian Magelang - Yogyakarta - Surakarta dan arus wisata Prambanan - Kota/Kraton - Kaliurang - Borobudur - Pantai Selatan. Dengan adanya pertumbuhan lalu lintas yang cukup tinggi menyebabkan kapasitas jalan pada persimpangan tersebut perlu ditinjau kembali dalam kemampuannya untuk menampung arus lalu lintas.

Permasalahan lalu lintas yang terjadi dapat menyebabkan kemacetan dan keterlambatan pada kendaraan, yang berarti bertambahnya biaya operasi kendaraan serta bertambah besarnya kemungkinan terjadi kecelakaan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas, tingkat pelayanan jalan dan mencoba memecahkan masalah lalu lintas yang ada di kawasan simpang empat Jalan Kaliurang - Jalan Lingkar Utara berdasarkan kondisi geometrik, kondisi lalu lintas (traffic) dan lampu lalu lintas.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk memberikan alternatif yang paling menguntungkan dalam menangani permasalahan lalu lintas di kawasan simpang empat Jalan Lingkar Utara - Jalan Kaliurang untuk 20 tahun mendatang, antara lain untuk:

1. memperlancar arus lalu lintas,
 2. meningkatkan keamanan dan kenyamanan pemakai jalan, dan
 3. menghemat biaya operasi kendaraan yang diakibatkan oleh waktu perjalanan yang pendek
- sehingga pada waktu mendatang akan memberikan pelayanan yang lebih baik bagi pemakai jalan dalam arti aman, nyaman dan ekonomis.

1.4. Pokok Masalah

Perkembangan dan pertumbuhan suatu daerah tidak terlepas dari pengaruh lalu-lintas yang tumbuh di daerah tersebut. Aktivitas-aktivitas sosial ekonomi yang semakin meningkat menyebabkan jumlah pemakai kendaraan meningkat. Peningkatan ini akan berdampak positif tetapi juga akan berdampak negatif.

Dampak negatif dapat dilihat dari perkembangan lalu lintas pada persimpangan Jalan Kaliurang dan Jalan Lingkar Utara antara lain timbulnya berbagai permasalahan. Adapun permasalahan tersebut antara lain:

Lebar efektifitas jalan tidak sesuai dengan jenis kendaraan yang lewat. Lebar lajur rata-rata pada kaki simpang ini adalah 3,3 meter. Sementara jenis kendaraan yang lewat terdapat kendaraan berat seperti: bus, truk 2 sumbu, juga banyak pemakai jalan yang melewati jalan ini, terutama pada jam-jam kantor hal ini akan menimbulkan masalah pada persimpangan tersebut yaitu akan terjadinya antrian yang panjang. Akibat dari masalah tersebut di

atas maka akan timbul dampak sebagai berikut:

- Terjadinya antrian yang sampai menutupi pertemuan jalan yang lain. yang mengakibatkan terjadinya kemacetan.
- Tingkat pelayanan (Level of Service) akan turun.

1.5 Batasan Masalah

Dengan bertitik tolak dari latar belakang dan pokok permasalahan di atas, maka penyusun membatasi masalah, yaitu:

-
1. Analisa Tingkat Pelayanan Saat Sekarang.
 2. Analisa Tingkat Pelayanan Untuk 20 Tahun mendatang.
 3. Analisa kapasitas jalan.
 4. Penelitian ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk simpang bersinyal.

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lalu lintas

Kebutuhan manusia akan perpindahan dalam suatu masyarakat menimbulkan transportasi/pengangkutan. Untuk mengangkut orang atau barang diperlukan alat angkut dan pergerakan alat angkut tersebut secara keseluruhan menimbulkan lalu lintas. Dengan kata lain lalu lintas adalah turunan kedua dari transportasi.

Lalu lintas adalah suatu kondisi yang disebabkan oleh adanya pergerakan dari alat angkut, yang merupakan aktivitas dari masyarakat sebagai dorongan dari pemenuhan kebutuhannya. Dari pengertian itu, besar kecilnya arus lalu lintas sangat ditentukan oleh tersedianya prasarana dan sarana transportasi., tingkat pertumbuhan penduduk dan perkembangan kesejahteraan, juga perkembangan daerah yang mendukung terjadinya lalu lintas tersebut.

2.1.1 Volume Lalu Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus digunakan istilah volume yang menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas suatu titik dalam satu satuan waktu. Untuk satu jalan volume yang terjadi tidak selalu tetap. Beberapa faktor yang berhubungan dengan susunan jalan, jenis penggunaan daerah, klasifikasi jalan, sifat jalan (jalan rekreasi, jalan untuk industri, dll) dan geometrik jalan.

Pengetahuan tentang volume ini sangat berguna sebagai pertimbangan dasar, penggunaan sarat-sarat perencanaan yang lebih teliti. Hal ini bukan hanya untuk keperluan geometrik, tetapi juga untuk keperluan konstruksi dan perencanaan .

Satuan yang digunakan adalah lalu lintas harian rata-rata (LHR atau ADT = Average Daily Traffic) yaitu jumlah satuan lalu lintas dalam satu tahun dibagi banyak hari dalam satu tahun tersebut (365 hari).

Namun dalam hal ini yang penting adalah volume pada waktu jam sibuk sebagai volume jam perencanaan (VJP), yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam menentukan tingkat pelayanan (Level of Service) yang berlaku pada suatu jalan raya pada kondisi sekarang. Adapun volume jam sibuk yang didapat masih perlu dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (SMP). (Highway Capacity Manual, 1985 [7,p.10]).

2.1.2 Kecepatan

Kecepatan merupakan salah satu petunjuk dari arus lalu lintas. Pada umumnya pengemudi mengukur kualitas perjalanan dari kemampuan mempertahankan kecepatan kendaraannya di jalan sesuai dengan kecepatan yang dikehendaki.

Pengetahuan akan kecepatan ini, dalam banyak hal selalu digunakan dalam studi maupun perencanaan jalan raya baik yang menyangkut kegiatan-kegiatan waktu "planning", "design" maupun operasinya.

Dalam HCM 1985 disebutkan bahwa untuk suatu perencanaan dikenal 2 macam

kecepatan yaitu:

1. Kecepatan rencana (design speed) adalah kecepatan yang ditentukan untuk perencanaan dengan mengkolerasikan bentuk fisik jalan yang mempengaruhi operasi jalan.
2. Kecepatan perjalanan (travel speed) yaitu kecepatan kendaraan rata-rata yang dihitung dari jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu yang dibutuhkan, termasuk waktu berhenti (misalnya pada lampu lalu lintas).

Dari kecepatan perjalanan ini diperoleh pencatatan lama perjalanan pada waktu jam-jam sibuk untuk masing-masing arah. Data ini diperlukan untuk mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melalui suatu ruas jalan.

Salah satu faktor yang menentukan besarnya biaya operasi kendaraan adalah kecepatan perjalanan. Semakin tinggi kecepatan perjalanan untuk kondisi jalan dan jenis kendaraan yang sama maka semakin rendah biaya operasi

kendaraannya. Kecepatan perjalanan akan semakin rendah untuk volume atau kapasitas yang semakin sempit. Untuk menghitung kecepatan rata-rata perjalanan

dipergunakan rumus:

$$V = L / t \dots\dots\dots(2-1)$$

Dengan:

V = Kecepatan rata-rata

L = Panjang ruas jalan

t = Waktu yang dibutuhkan (Highway Capacity Manual, 1985[7, p.10])



2.1.3 Kelambatan

Akan terlihat bahwa pada sebagian besar keadaan persilangan jalan, waktu operasi akan hilang oleh sebab-sebab berikut ini:

- a. Waktu henti, misalnya kendaraan menunggu gap yang memadai.
- b. Waktu perlambatan, misalnya kendaraan memperlambat kecepatannya sampai pada kecepatan yang sesuai untuk persimpangan jalan tersebut atau berhenti.
- c. Waktu percepatan, misalnya waktu percepatan setelah kendaraan menyelesaikan suatu gerakan untuk menambah kecepatan dv kecepatan arus keluar jalan sampai pada kecepatan yang sesuai untuk jalan yang dilalui saat itu.

2.2 Tinjauan Geometrik

Di dalam merencanakan suatu jalan raya, bentuk geometriknya harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh keamanan dan kenyamanan dalam berkendara serta biaya yang ekonomis. Perencanaan geometrik adalah bagian dari perencanaan jalan dimana dimensi yang nyata dari suatu jalan beserta bagian-bagiannya disesuaikan dengan susunan serta sifat-sifat dari lalu lintas yang melaluinya. Secara umum perencanaan bagian-bagian jalan, seperti lebar dari jalan, tikungan, kelandaian, jarak pandangan henti dan menyiap serta kombinasi dari bagian-bagian tersebut.

2.2.1 Geometrik pada Persimpangan

Berbagai jenis pertemuan jalan merefleksikan pola pengaturan dari jalan jalan, derajat pemisahan dari gerakan-gerakan berlawanan tertentu, volume lalu lintas yang harus ditampung, dan kecepatan serta jumlah tanah yang disediakan untuk sarana itu. Penyaluran atau kanalisasi banyak dipergunakan pada pertemuan-pertemuan di mana terdapat volume lalu lintas yang tinggi atau di mana ukuran pertemuan itu terlalu besar sehingga tanpa penyaluran tertentu jalur gerak yang harus diikuti oleh suatu kendaraan yang bergerak akan menjadi tidak jelas. Contoh penyaluran dengan mempergunakan pulau-pulau.

Oleh karena pertemuan merupakan bagian dari jalan yang melengkung, prinsip fisik yang menentukan penampilan kendaraan pada kurve-kurve juga berlaku untuk pertemuan ini. Yang penting dalam pertemuan ini adalah radius kurve dan superelevasi. Sebagian besar persimpangan jalan yang penting dapat digunakan oleh truk besar sehingga radius kelengkungannya harus dibuat cukup besar. Sebagai

gambaran, untuk tepi dalam belokan 90^0 pada sebuah persimpangan jalan dengan kecepatan rendah, AASHTO menganjurkan penggunaan lengkung gabungan yang terdiri atas tiga buah lingkaran yang masing masing berjari-jari 54.86418 m , 19.812065 m dan 54.86418 m sebagai batas minimum. Titik pusat lingkaran yang berjari-jari 19.812065 m terletak sejauh 21.640871 m dari bagian jalan yang lurus. Karena bagian depan kendaraan mengantung dan kendaraan tidak berjalan pada satu lintasan tertentu, maka lebar jalur minimum

di dekat pusat lingkaran adalah 6.09602 m. Selain itu, suatu pulau jalan yang timbul selebar 38.100125 m diletakkan di antara jalan membelok dengan jalur lurus.

2.2.2. Keadaan Fisik dan Topografi Daerah

Keadaan fisik dan topografi daerah merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam menentukan lokasi jalan, terutama lajur jalan luar kota (Rural Highway) dan pada umumnya mempengaruhi penetapan alinyemen, landai jalan, jarak pandangan, penampang melintang dan lainnya.

Keadaan tanah dasar dapat mempengaruhi lokasi dan bentuk geometrik jalan. Apabila tanah dasarnya jelek maka trase jalan harus dipindahkan atau tanah jelek tersebut dihilangkan dan diganti dengan tanah yang baik serta ditimbun yang tinggi. Di samping itu penggunaan daerah yang dilalui (tata guna lahan) seperti: daerah pertanian, industri, perkampungan, tempat rekreasi juga mempengaruhi perencanaan suatu jalan, misalnya untuk daerah industri yang sebagian besar lalu lintas adalah kendaraan berat maka memerlukan syarat-syarat yang berbeda dengan perencanaan jalan untuk perkampungan atau tempat rekreasi dan lain sebagainya.

Untuk memperkecil biaya pembangunan jalan maka suatu standar perlu disesuaikan dengan keadaan topografi. Dalam hal ini jenis medan dibagi dalam tiga golongan umum yang dibedakan menurut besarnya lereng melintang dalam arah kurang lebih tegak lurus sumbu jalan raya.

2.2.3 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada dasarnya dapat dibagi menjadi beberapa kelas jalan yang ditetapkan berdasarkan manfaat jalan, arus lalu lintas yang lewat, volume lalu lintas yang dapat ditampung dan sifat dari lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Sesuai dengan fungsinya, maka jalan dapat diklasifikasikan menurut beberapa golongan seperti berikut ini:

1. Jalan Utama

Jalan Utama adalah jalan raya yang melayani lalu lintas yang tinggi antara kota-kota penting atau antara pusat-pusat produksi dan pusat-pusat eksport. Jalan-jalan dalam golongan ini harus dapat direncanakan untuk dapat melayani lalu lintas yang cepat dan berat.

2. Jalan Raya Sekunder

Jalan Raya Sekunder adalah jalan raya yang melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota yang lebih kecil serta melayani daerah-daerah disekitarnya.

3. Jalan Penghubung

Jalan Penghubung adalah jalan untuk keperluan aktivitas daerah, yang juga dipakai sebagai jalan penghubung antara jalan-jalan dari golongan yang sama atau yang berlainan.

Untuk lebih jelasnya, pembagian dari klasifikasi jalan menurut/fungsinya serta volume lalu lintasnya, seperti terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi		Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)
Fungsi	Kelas	dalam SMP
Utama	I	>20.000
Sekunder	II A	6.000-20.000
	II B	Kurang dari 2.000
	II C	Kurang dari 1.500

Sumber data: Peraturan perencanaan geometrik jalan raya No. 13/1970, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.

Sedangkan kriteria dari tiap jalan adalah seperti tersebut di bawah ini:

a. Jalan kelas I

Kelas jalan ini mencakup semua jalan utama dan dimaksudkan untuk melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya tidak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan-jalan raya yang berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkat pelayanan terhadap lalu lintas.

b. Jalan kelas II A

Yang termasuk dalam kelas ini adalah jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton (hotmix) atau yang setaraf. Komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan tak bermotor.

c. Jalan kelas II B

Yang termasuk dalam kelas jalan ini adalah jalan-jalan raya sekunder dua lajur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf. Komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan yang tak bermotor.

d. Jalan kelas II C

Yang termasuk dalam kelas jalan ini adalah jalan raya sekunder dua lajur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal. Komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor.

e. Jalan kelas III

Yang termasuk dalam kelas jalan ini adalah semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berlajur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah pelaburan dengan aspal.

Dalam menghitung besarnya volume lalu lintas untuk keperluan penetapan badan jalan, kecuali jalan-jalan yang tergolong dalam kelas II C dan jalan kelas III, kendaraan tidak bermotor tidak diperhitungkan dan untuk jalan-jalan kelas II A dan kelas I, kendaraan lambat tidak diperhitungkan. (Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Dirjen Bina Marga DPU [5,p.4]).

2.3 Kapasitas Jalan

Menurut MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997, kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam dalam kondisi tertentu. Untuk jalan 2 lajur 2 arah kapasitas ditentukan untuk arus 2 arah (kombinasi 2 arah), tapi untuk jalan dengan banyak jalur harus dipisahkan per arah, dan kapasitas ditentukan per lajur.

Analisis kapasitas sebagai suatu telaah mengenai kemampuan maksimum suatu jalan atau jalur dalam melayani lalu lintas, baik dari jumlah kendaraan yang dapat ditinjau, maupun dari kecepatan kendaraan serta gangguan lalu lintas yang terdapat di jalan tersebut, dalam prosesnya menggunakan 2 sistem pengukuran, yaitu pengukuran kuantitas dan pengukuran kualitas.

2.3.1 Pengukuran Kuantitas

Pengukuran kuantitas yaitu pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu jalan dalam melayani lalu lintas ditinjau dari jumlah kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut dalam suatu kondisi tertentu. Dalam pengukuran kuantitas ini, HCM 1950 membedakan tiga jenis kapasitas menurut penggunaannya seperti berikut di bawah ini.

1. Kapasitas Dasar ("Basic Capacity")

Kapasitas dasar adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati bagian jalan/jalur jalan selama satu jam pada kondisi jalan dengan lalu lintas yang paling mendekati ideal, yaitu:

1. arus lalu lintas tidak terganggu, bebas dari gangguan samping atau para pejalan kaki,
2. arus lalu lintas hanya terdiri dari mobil-mobil penumpang,
3. lebar jalur sekurang-kurangnya 3,60 m (12 feet),
4. lebar bahu jalan sekurang-kurangnya 1,80 m (6 feet),
5. kebebasan samping sisi sekurang-kurangnya 1,80 m (6 feet), dan
6. jalan datar, lapang, sedemikian sehingga alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal memenuhi kecepatan 120 km/jam, dengan jarak pandangan menyiap cukup untuk jalan 2 jalur dan 3 jalur.

2. Kapasitas yang mungkin ("Possible Capacity")

Kapasitas yang mungkin adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati bagian jalan/jalur jalan selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku di jalan tersebut.

3. Kapasitas Praktis ("Practise Capacity")

Kapasitas praktis adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati bagian jalan/jalur jalan selama satu jam dengan kepadatan lalu lintas yang cukup besar, yang dapat menyebabkan perlambatan yang berarti bagi kebebasan

pengemudi kendaraan melakukan gerakan pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku pada saat itu. Kapasitas praktis dikenal sebagai rencana (design capacity).

2.3.2 Pengukuran Kualitas

Pengukuran kualitas adalah pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu jalan dalam melayani lalu lintas yang dicerminkan oleh kecepatan yang dapat ditempuh serta besarnya tingkat gangguan arus lalu lintas di jalan tersebut. Pengukuran kualitas melibatkan beberapa faktor pengaruh, yang sekaligus sebagai pengukur tingkat pelayanan jalan, yaitu:

1. kecepatan dan waktu perjalanan,
2. gangguan lalu lintas,
3. keleluasaan bergerak,
4. keamanan pengemudi terhadap kecelakaan,
5. kenyamanan, dan biaya operasi kendaraan.

2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Nilai Kapasitas

Nilai kapasitas sangat dipengaruhi oleh adanya penyimpangan terhadap keadaan ideal. Faktor-faktor yang berperan terhadap adanya penyimpangan tersebut dapat dikelompokkan menjadi 2, yang keduanya saling bergantung. Faktor tersebut adalah seperti berikut ini :

1. Faktor jalan, yang meliputi:

- a. lebar jalur yang kurang dari lebar ideal (12 feet = 3,6 meter) akan mempengaruhi nilai kapasitas,
- b. lebar kebebasan sisi, beberapa rintangan di sisi jalan yang terlalu dekat dengan batas jalur akan mempengaruhi kecepatan, batas minimum dengan tepi jalur dimana rintangan tidak berpengaruh adalah 6 feet (1,8 meter),
- c. jalur tambahan ("auxiliary lines"), batas jalan maupun jalur tambahan, seperti tempat parkir, jalur perubahan kecepatan, jalur pendakian dan sebagainya, yang letaknya berdampingan dengan jalur lalu lintas, akan mempengaruhi lebar efektif jalur lalu lintas tersebut,
- d. kondisi permukaan jalan, kondisi-kondisi permukaan jalan yang jelek tidak memungkinkan kendaraan berkecepatan 30 mph atau 50 mph, yaitu batas kecepatan minimum untuk mencapai kapasitas, akan mengurangi kapasitas,
- e. alinyemen, alinyemen serta bentuk jalan merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi nilai kapasitas, dan
- f. landai jalan, makin besar landai, pengaruh akan semakin nyata.

2. Faktor Lalu lintas, yang meliputi:

- a. banyaknya kendaraan truk dan bis,
- b. distribusi jalur,

-
- c. variasi dalam arus lalu lintas yang dicerminkan dalam jumlah waktu dan besarnya volume sibuk terhadap volume rata-rata yang sama, tetapi dengan berbeda PHF ("Peak Hour Factor"), akan mempunyai tingkat pelayanan yang berbeda pula, dan
- d. gangguan lalu lintas ("traffic interruptions") akan menurunkan kapasitas. Gangguan ini dapat berupa pertemuan jalan sebidang, persimpangan dengan jalan rel, penyeberangan jalan, daerah pasar, dan sebagainya.

2.4 Tingkat Pelayanan (Level of Service)

Untuk mengukur kualitas perjalanan digunakan Tingkat Pelayanan, agar supaya jalan raya dapat memberikan pelayanan yang dapat dianggap cukup oleh pengemudi, maka volume pelayanan arusnya harus lebih kecil daripada kapasitas jalan itu sendiri.

Volume pelayanan adalah volume maksimum yang dapat ditampung oleh suatu jalan raya pada suatu tingkat pelayanan. Pada volume lalu lintas yang hanya sedikit mengalami gangguan dari kendaraan lain, pengemudi dapat bergerak dengan kecepatan arus bebas. Tetapi pada saat volume sedang meningkat, interferensi antara kendaraan menyebabkan turunnya kecepatan. Bila timbul kemacetan maka kecepatan kendaraan itu akan merosot tajam dan terjadi kondisi arus terpaksa (Force Flow). Oleh karena itu penting diketahui hubungan antara kecepatan dengan volume dan kapasitas jalan raya yang dipengaruhi oleh faktor jalan dan faktor lalu lintas, seperti yang telah dijelaskan di muka.

Pengaruh dari keseluruhan faktor tersebut di atas selanjutnya dinamakan dengan satuan pengukur Tingkat Pelayanan. Karena kesukaran-kesukaran dalam pengadaan data akan besarnya kontribusi masing-masing faktor tersebut, maka oleh "Highway Capacity Manual" (HCM) 1985, faktor-faktor tersebut di atas dibagi dua yaitu:

- a. Kecepatan jalan atau kecepatan perjalanan
- b. Perbandingan volume dan kapasitas (V/C)

Kecepatan perjalanan menunjukkan keadaan umum di jalan, sedangkan perbandingan volume dan kapasitas menunjukkan kepadatan lalu lintas dan kebebasan bergerak bagi kendaraan.

2.5 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan

2.5.1 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 lajur.
2. kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada persimpangan.
3. karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan membelok dari kendaraan
4. Karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu jumlah truk dan bus yang melewati persimpangan.

Menurut Salter (1980) kapasitas pertemuan jalan sebidang berlampu lalu

lintas dipengaruhi oleh 2 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 lalu lintas berupa pengaruh berbagai tipe kendaraan terhadap keseluruhan arus lalu lintas pada mulut jalan, diperhitungkan dengan membandingkan terhadap suatu mobil penumpang yang biasanya disebut SMP (Satuan Mobil Penumpang).

2.5.2 Kapasitas Persimpangan

Menurut HCM 1994, kapasitas pendekat persimpangan adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan kondisi isyarat lampu lalu lintas. Interval waktu yang di pergunakan untuk analisa kapasitas adalah 15 menit dengan pertimbangan sebagai interval waktu terpendek selama arus stabil. Angapan 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 lalu lintas yang berlaku (prevailing) dan kondisi jalan.

Saturation flow bernotasi s dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau.

2.5.3. Tingkat pelayanan.

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 frustrasi 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, antara lain:

a. Tingkat Pelayanan A

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

b. Tingkat pelayanan B

Menggambarkan pengoperasian penundaan yang lebih tinggi dalam interval 5,1 - 15 detik tiap kendaraan. Hal ini 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.

c. Tingkat Pelayanan C

Menggambarkan 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.

d. 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.

e. Tingkat Pelayanan E

Menggambarkan pengoperasian dengan penundaan kisaran waktu 40,1 - 60 detik tiap kendaraan dan dianggap sebagai 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.

f. 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.

Tabel 2.2. Kriteria Tingkat Pelayanan Pertemuan Jalan Berlampu Lalu lintas

Tingkat Pelayanan	Waktu Tunggu kendaraan (detik/kend)
A	$\leq 5,0$
B	05,1 - 15,0
C	15,1 - 25,0
D	25,1 - 40,0
E	40,1 - 60,0
F	$> 60,0$

Sumber: HCM 1994

2.5.4 Dasar-dasar Penentuan Tingkat Pelayanan.

Dua tolok ukur terbaik untuk melihat tingkat pelayanan pada suatu kondisi lalu lintas arus terganggu adalah kecepatan operasi atau kecepatan perjalanan dan berbanding antara volume dengan kapasitas, yang disebut v/c ratio. (Edward

K Morlock, [2,p, 212]). Untuk jalan luar kota kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan jalan, sedangkan untuk jalan dalam kota adalah kecepatan perjalanan dengan waktu berhenti termasuk di dalamnya. Besarnya volume adalah dari perhitungan yang dianggap mewakili suatu ruas jalan yang ditinjau.

Dalam hubungannya dengan kapasitas jalan, pengaruh dari setiap jenis kendaraan terhadap keseluruhan arus lalu lintas, yaitu untuk menilai setiap kendaraan ke dalam satuan mobil penumpang (smp) pada jalan di daerah datar digunakan koefisien seperti pada tabel 2.2. Untuk lebar perkerasan umumnya ditentukan berdasarkan lebar lajur lalu lintas normal adalah 3,50 meter, kecuali jalan penghubung (Ramp) dan jalan klas II C cukup menggunakan lebar lajur lalu lintas 3,0 meter, sedang jalan raya utama memerlukan lebar lajur yang sesuai untuk lalu lintas cepat dan sesuai dengan standar internasional, yaitu sebesar 3,75 meter. Jalan-jalan satu lajur seperti jalan-jalan penghubung, lebar perkerasan tidak ditetapkan berdasarkan lebar lajur karena kecilnya intensitas (Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No.13/1970, (Ditjen Bina Marga, DPU,[5, p. 8)).

Khusus UM atau kendaraan tak bermotor pengaruhnya dimasukkan atau dihitung sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

2.6 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas adalah suatu proses bertambahnya jumlah kendaraan yang memakai jalan, yang umumnya dihitung dari tahun ke tahun.

Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen per tahun. Secara matematis, faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dirumuskan dengan rumus bunga berganda/bunga majemuk seperti berikut ini.

$$b = a \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2-2)$$

$$i = \sqrt[n]{\frac{b}{a}} - 1 \times 100\% \dots\dots\dots(2-3)$$

dengan:

b = volume lalu lintas tahun ke-n

a = volume lalu lintas tahun a

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas (% per tahun)

n = jumlah tahun

Pertumbuhan lalu lintas dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Pertumbuhan lalu lintas normal (Normal Traffic Growth), yaitu pertumbuhan lalu lintas yang diakibatkan oleh bertambahnya jumlah penduduk. Kalau dianggap pertumbuhan penduduk sebanding dengan pertumbuhan lalu lintas, maka pertumbuhan lalu lintas ini dapat diperkirakan.
2. Lalu lintas yang dibangkitkan (Generated Traffic), yaitu lalu lintas yang tidak akan ada kalau prasarana baru tidak diadakan. Pada umumnya "generated traffic" yang berarti hanya terjadi pada daerah-daerah yang baru dibuka, yang dimungkinkan timbulnya aktivitas baru dan peningkatan produktivitas.
3. Pertumbuhan lalu lintas sebagai akibat dari berkembangnya suatu daerah (Development Traffic). Perkembangan suatu daerah adalah akibat dari

perkembangan berbagai sektor seperti: pertanian, industri, teknologi dan sebagainya.

Pertumbuhan lalu lintas dihitung berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun ke tahun yang lalu. Angka pertumbuhan lalu lintas sebetulnya tidaklah sama untuk setiap tahunnya. Pada tahun pertama mungkin lebih besar dari tahun-tahun sebelumnya atau sebaliknya, namun karena waktu peninjauannya cukup lama, maka pertumbuhannya dirata-ratakan.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan lalu lintas pada suatu daerah sangat dipengaruhi oleh:

1. Pertumbuhan Penduduk

Bertambahnya penduduk pada suatu daerah akan menyebabkan bertambahnya kebutuhan akan sarana transportasi.

2. Kondisi Sosial Ekonomi

Semakin membaiknya kondisi sosial ekonomi masyarakat, maka akan meningkat pula jumlah kepemilikan kendaraan sehubungan dengan kebutuhan akan sarana transportasi.

3. Pola Tata Guna Lahan, seperti daerah pertanian, industri, perdagangan dan sebagainya.

2.7 Pertemuan Jalan

Pengoperasian suatu pertemuan jalan (junction) sangat dipengaruhi oleh volume total, jenis kendaraan dan gerakan membelok yang terdapat pada arus

yang terpisah. Nilai masing-masing pengaruh tersebut ditentukan dalam studi-studi lalu lintas, namun disini ditekankan pada volume puncak dan mungkin terdapat suatu kebutuhan, misalnya untuk mempertimbangkan volume 15 menit tertinggi. Apabila perbaikan pertemuan jalan akan dilakukan, maka rencana tahunan harus dipilih dan perkembangan lalu lintas ditentukan selama periode tersebut. Pada umumnya, perbaikan pertemuan jalan kebanyakan dibuat dalam suatu evaluasi dengan mempersiapkan suatu rencana pembangunan dalam suatu tahapan waktu dimulai dari periode 5 tahunan, kemudian 5-10 tahun dan berakhir pada tahap 10-15 tahun. Pada saat masing-masing tahap tercapai, pembangunan awal dan peralatan digabungkan, bila memungkinkan, pada pekerjaan arus namun modifikasi masih dapat dilakukan untuk mengatasi perubahan lalu lintas dan perencanaan program umum bagi jalan-jalan utama dengan pertemuan-pertemuan jalan yang penting dapat dilakukan sebagai berikut:

-
1. Kanalisasi pada pertemuan-pertemuan jalan yang penting, pelebaran jalan, kontrol sinyal yang diperbaiki.
 2. Pelebaran jalan antara pertemuan-pertemuan jalan.
 3. Penyempurnaan tahap I
 4. Pembuatan jalan layang baik lewat atas atau bawah pada pertemuan jalan.

2.7.1 Tipe-tipe Pertemuan Jalan

Ada dua tipe umum pertemuan jalan:

1. Pertemuan jalan sebidang (at-grade junction) yaitu jalan berpotongan pada satu bidang datar.
2. Pertemuan jalan tak sebidang (grade separated junction) dengan atau tanpa fasilitas persilangan jalan tak sebidang (interchange), yaitu jalan berpotongan melalui atas atau bawah.

Sedangkan kriteria dari tiap-tiap pertemuan jalan adalah:

a. Pertemuan jalan sebidang

Bila jalan utama melayani volume lalu lintas yang rendah, dan jalan samping (jalan kecil sejajar jalan utama) hanya melayani kendaraan ringan, maka pertemuan jalan sebidang yang sederhana biasanya sudah memadai.

Pada pertemuan jalan yang terdapat semua gerakan membelok, maka jumlah simpang jalan tidak boleh lebih dari 4 buah, demi kesederhanaan dalam perencanaan dan pengoperasian. Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Aliran lalu lintas prioritas dapat dirancang dengan tanda berhenti (stop), memberikan jalan (give way), mengalah (yield) atau jalan pelan-pelan dan seluruh gerakan penyilangan langsung yang tak terlindungi sebaiknya mengambil tempat pada, atau didekat, sudut di sebelah kanan arus yang diseberangi. Jika terdapat volume lalu lintas belok kanan dan kiri yang besar maka perlu penambahan jalur yang dapat

diperoleh dengan cara pelebaran (*flaving*), yaitu salah satu bentuk pelebaran jalan, baik pada arus yang mendekat arus prioritas maupun pada arus yang keluar.

b. Pertemuan jalan tak sebidang

Pertemuan jalan pada jalan-jalan yang lebih penting biasanya berupa pertemuan jalan tidak sebidang (*interchange*, misal berbentuk semanggi), karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar, dan sulit serta biayanya yang mahal. Pertemuan jalan tidak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Gerakan belokan biasanya tersedia pada pertemuan jalan bebas hambatan di perkotaan dan terdapat keseimbangan antara jalur masuk dan keluar dengan gerakan yang terdapat pada jalan tersebut. Dacrah manuver pada pintu masuk dan keluar harus mengikuti pola yang konsisten. Peruangan biasanya bervariasi terbalik dengan kepadatan lalu lintas lokal, namun untuk bagian penyalipan yang melayani 2000 - 3000 smp/jam, jarak minimum antara dua pertemuan jalan tidak sebidang tidak boleh kurang dari 1000 meter dan di tepi kota minimum 2000 meter.

2.8 Lampu Lalu Lintas

2.8.1 Fungsi Lampu Lalu Lintas

Pada umumnya setiap persimpangan dengan arus lalu lintas yang padat dilengkapi dengan lampu isyarat lalu lintas. Definisi lampu lalu lintas menurut

Oglesby dan Hicks (1982) adalah semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali flasher (lampu kedip), rambu dan marka jalan. Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut:

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada persimpangan jalan.
3. Mengurangi frekuensi kecelakaan.
4. Mengkoordinasikan lalu lintas di bawah, kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
6. Mengatur penggunaan jalur lalu lintas.
7. Sebagai pengendali pertemuan jalan pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.
8. Memutuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (ambulance) atau pada jembatan gerak.

2.8.2 Ciri-ciri Fisik Lampu Lalu Lintas.

Ciri-ciri fisik lampu lalu lintas yang disebutkan 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 terpisah dengan diameter 8 - 12 inch (0.2032 m - 0.3048 m)~~
3. Lampu lalu lintas dipasang di luar batas jalan atau digantung di atas persimpangan jalan. Tinggi lampu lalu lintas dipasang 2.4384 - 4.5720 m di atas trotoar atau di atas perkerasan bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal yang digantung harus diberi jarak bebas vertikal antara 4.5720 m - 5.7912 m.
4. Sinyal modern dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki atau penyeberang jalan.

2.8.3 Lokasi Lampu Lalu Lintas

Menurut Oglesby dan Hicks (1982) letak lampu lalu lintas disyaratkan apabila dipasang menggunakan tiang berlengan atau digantung dengan kabel, diberi jarak 12.192 - 36.576 m 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 dengan garis pandang normal pengemudi tidak lebih dari 20°.

2.9 Gerakan Belok Pada Persimpangan

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

- a) Pengaruh pada kapasitas untuk setiap kendaraan yang berbelok akan berkurang bila jumlah kendaraan yang berbelok meningkat.

-
- b) Pada jalan dua arah, pengaruh kendaraan yang belok ke kanan berhubungan dengan jumlah kendaraan dari arah berlawanan.
- c) Pengaruh gerakan membelok terhadap kapasitas tergantung pada konflik dengan arus pejalan kaki.
- d) Kendaraan-kendaraan yang berbelok menyebabkan pengurangan kapasitas yang relatif lebih besar pada jalan yang sempit dibandingkan dengan jalan yang lebar.
- e) Jalan memotong (persimpangan) yang lebih lebar dapat meningkatkan kapasitas karena belokan ke kanan dapat dilakukan lebih 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.

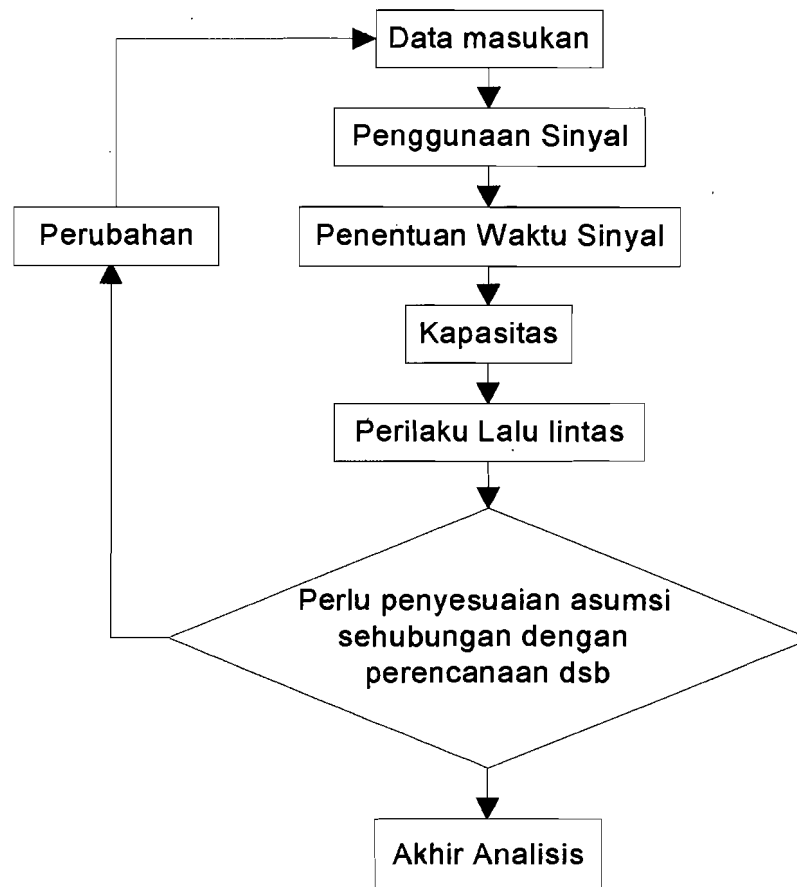
Perlengkapan lajur terpisah untuk belok ke kanan, yang mungkin dilengkapi dengan fase lampu lalu lintas tersendiri, akan memberikan pengaruh yang besar pada kapasitas sehingga memerlukan analisis khusus.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Langkah Penetapan Tingkat Pelayanan

Dalam menetapkan tingkat pelayanan persimpangan ini, MKJI 1997 menguraikan dalam 5 modul, sesuai dengan gambar 3.1 sebagai berikut.



Gb. 3.1 Bagan alir analisa simpang bersinyal

Sumber : MKJI 1997

Langkah A: Data masukan

A-1: Geometrik, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan

A-2: Kondisi Arus Lalu Lintas

$$* Q_{MV} = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC}) \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana :

 Q_{MV} = Arus kendaraan bermotor total Q_{LV} , Q_{HV} , dan Q_{MC} = Arus lalu lintas tiap tipe kendaraan

$$* P_{LT} = LT / Total \dots \dots \dots (3.2)$$

$$* P_{RT} = RT / Total \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

 P_{LT} = Rasio belok kiri P_{RT} = Rasio belok kanan LT = Arus kendaraan belok kiri RT = Arus kendaraan belok kanan

Total = Arus kendaraan total

$$* P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV} \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana :

 P_{UM} = Rasio kendaraan tidak bermotor Q_{UM} = Arus kendaraan tidak bermotor Q_{MV} = Arus kendaraan bermotor**Langkah B: Penggunaan Sinyal**

B-1: Fase Sinyal

B-2: Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Tabel 3.1 Ukuran Simpang bersinyal jalan

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

Langkah C: Penentuan Waktu Sinyal

C-1: Tipe Pendekat

- * P (terlindung) : Arus berangkat tanpa konflik
- * O (terlawan) : Arus berangkat dengan konflik

C-2: Lebar Pendekat Efektif

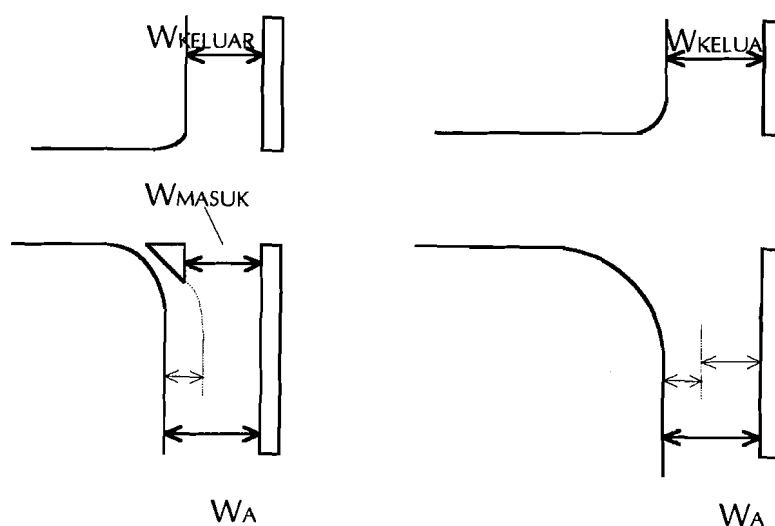
- * Untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (LTOR)

$$W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR}), W_e = W_{keluar}$$
- * Untuk pendekat dengan belok kiri langsung (LTOR)

$$W_{masuk} = W_A - W_{LTOR}, W_e = W_{masuk}$$

C-3: Arus Jenuh Dasar

- * $S_o = 600 \times W_e$, untuk tipe P(3.5)



Gambar 3.2 Pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas

Sumbergambar C-2:1 simpang bersinyal MKJI 1997

C 4: Faktor Penyesuaian

Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian Kota (F_{CS})

Penduduk Kota (Juta jiwa)	Faktor Penyesuaian ukuran kota (F_{CS})	Rasio kendaraan tak bermotor
> 3,0	1,05	0,01
1,0-3,0	1,00	0,05
0,5-1,0	0,94	0,14
0,1-0,5	0,83	0,05
< 0,1	0,82	0,05

Tabel 3.3 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak bermotor (FSF)

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
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	0,92	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	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Hanya untuk pendekat tipe P

$$* F_{RT} = 1.0 + P_{RT} \times 0.26 \dots\dots\dots(3.6)$$

$$* F_{LT} = 1.0 - P_{LT} \times 0.16 \dots\dots\dots(3.7)$$

dimana :

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

C-5: Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh

$$* FR = Q/S \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana :

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu lintas

S = Arus jenuh yang disesuaikan

C-6: Waktu Hilang Total Per siklus (detik)

a). Waktu siklus sebelum penyesuaian.

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{1 - IFR} \dots\dots\dots(3-9)$$

di mana :

C_{ua} = Waktu Siklus sebelum Penyesuaian Sinyal (detik)

LTI = Waktu Hilang Total Per Sklus (detik)

IFR = Rasio Arus Sempang

Tabel : 3.4. Waktu Siklus yang disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
Pengaturan 2 fase	40 - 80
Pengaturan 3 fase	50 - 100
Pengaturan 4 fase	80 - 130

Sumber : MKJI 1997

Tabel di atas memberikan waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda. Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan < 10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar, waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk penyeberang jalan, waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

b). Waktu hijau

Waktu hijau (g) untuk masing-masing fase.

$$G_i = (C_{ua} - LTI) \times P_{ri} \quad \dots\dots\dots(3-10)$$

di mana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

C_{ua} = Waktu hilang total per siklus

LTI = Waktu hilang total per siklus

P_{ri} = Rasio fase $FR_{crit} / \sum (FR_{crit})$

c) Waktu Siklus yang disesuaikan

$$C = \sum g + LTI \dots\dots\dots(3-11)$$

di mana:

C = Waktu Siklus

LTI = Waktu hilang

Langkah D: Kapasitas

D-1: Kapasitas

$$* C = S \times g/c \dots\dots\dots(3.12)$$

dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

D-2: Keperluan untuk Perubahan

Langkah E: Perilaku Lalu Lintas

E-1: Persiapan

E-2: Panjang Antrian

Untuk $DS > 0,5$

$$NQ_1 = (DS-0.5)/(1-0.5) \dots\dots\dots(3.13)$$

Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

di mana :

NQ_1 = Jumlah SMP yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

$$NQ_2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(3-14)$$

di mana :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat Kejenuhan

GR = rasio hijau

C = Waktu siklus (det)

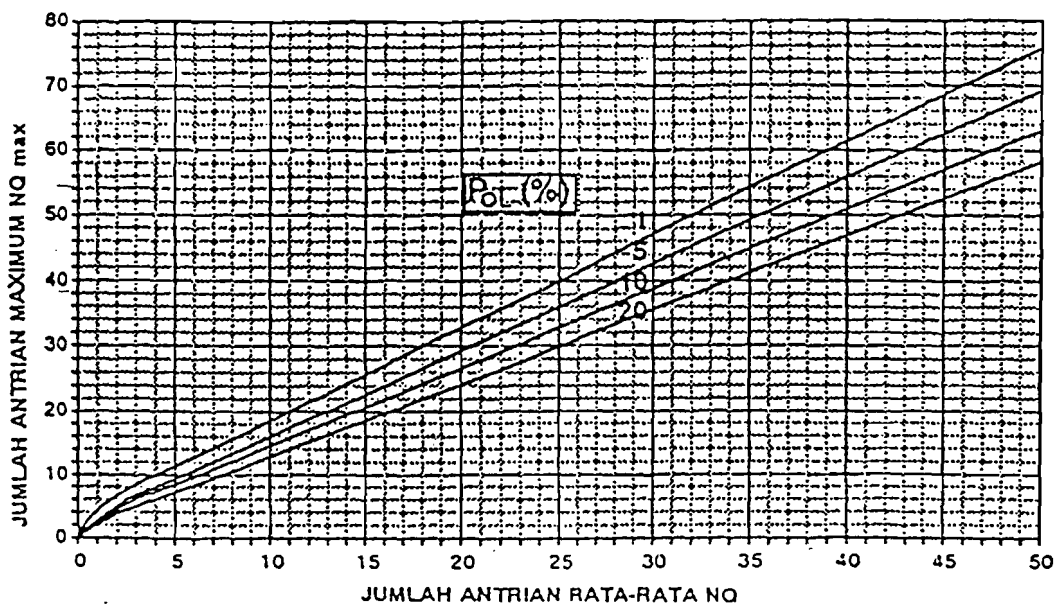
Q_{masuk} = arus lalu lintas pada tempat masuk di luar L TOR (smp / jam)

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(3-15)$$

Untuk keperluan perencanaan, memungkinkan untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketingkat peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%), digunakan grafik 3.1 untuk menentukan nilai NQ_{Max} . Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $POL = 5 \%$, sedangkan untuk operasi nilai $POL = 5-10 \%$ masih memungkinkan untuk dapat diterima.

PELUANG UNTUK PEMBEBANAN LEBIH P_{OL}



Gambar 3.3 Perhitungan jumlah antrian NQ Max
 Sumber: gambar E-2:2 Simpang bersinyal MKJI 1997

$$QL = NQ_{max} \cdot \frac{20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots(3-16)$$

di mana :

QL = Panjang Antrian

NQ_{max} = Jumlah Kendaraan antri

Luas rata-rata yang dipergunakan per smp = 20m²

W_{masuk} = Lebar masuk

E -3 : Kendaraan Terhenti

$$NS = 0,9 \times \frac{N \cdot Q}{Q \cdot X \cdot C} \times 3600 \dots\dots\dots(3-17)$$

di mana :

C = Waktu Siklus (detik)

Q = arus Lalu lintas (smp/jam)

$NS_v = Q \times NS$ (smp/jam)(3-18)

di mana :

NS_v = Jumlah Kendaraan terhenti

$$NS_{Tot} = \frac{\sum NS_v}{Q_{Tot}} \dots\dots\dots(3-19)$$

di mana :

NS_{Tot} = Jumlah angka henti seluruh simpang

$\sum NS_v$ = Jumlah Kendaraan terhenti pada seluruh pendekat

Q_{Tot} = Arus Simpang total Q dalam (kendaraan/jam)

E-4 : Tundaan

$$DT = C \times A + \frac{NQ \times 3600}{C} \dots\dots\dots(3-20)$$

di mana:

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp)

C = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)}{(1 - GR \times DS)}$$

di mana:

GR = rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

$$DG_j = (1 - P_{sw}) \times P_r \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots\dots\dots(3-21)$$

di mana:

DG_j = Tundaan Geometri rata-rata untuk pendekatan j (det/jam)

P_{sv} = Rasio Kendaraan terhenti pada pendekat

P_r = Rasio Kendaraan berbelok pada pendekat dari formulir

$$D_l = \frac{\sum (Q \times D_j)}{Q_{Tot}} \dots\dots\dots(3-22)$$

di mana:

D_l = Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang

Q_{Tot} = arus total dalam smp/jam

$\sum (Q \times D_j)$ = Jumlah nilai tundaan

BAB IV

HIPOTESIS

Dugaan sementara pada penelitian masalah lalu lintas di simpang empat jalan Magelang - Jalan Lingkar Utara (ring-road) - jalan Kaliurang - jalan ke arah Yogyakarta, yaitu untuk 20 tahun mendatang semakin menurunnya tingkat pelayanan jalan karena terlampauinya kapasitas jalan yang mengakibatkan kemacetan jalan dan tidak keteraturan lalu lintas.

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Metode Penelitian

Penelitian terhadap simpang empat Jalan Lingkar Utara - Jalan Kaliurang di Kabupaten Sleman, D.I.Y. ini adalah menganalisis tingkat pelayanan ruas jalan tersebut pada saat ini dan selama 20 tahun mendatang akibat pertumbuhan lalu lintas. Metode yang dipakai pada penelitian ini seperti yang disebutkan berikut ini.

5.1.1 Metode Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek adalah mencari variabel atau hal yang dapat dijadikan sasaran dan perbandingan dalam penelitian. Beberapa hal yang dapat dijadikan sasaran dalam penelitian ini terutama yang berkaitan dengan tingkat pelayanan ruas jalan, antara lain: volume lalu lintas, klasifikasi kendaraan, kondisi geometrik jalan, dan fasilitas jalan. Sedang hal-hal yang berhubungan dengan pertumbuhan lalu lintas adalah faktor sosial ekonomi, kependudukan dan pola tata guna lahan.



5.1.2 Metode Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek ditentukan. Studi pustaka juga merupakan landasan teori bagi penelitian yang mengacu pada buku-buku, pendapat, dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian. Untuk rincian studi pustaka yang dipakai dijelaskan pada bab tersendiri dalam Usulan Tugas Akhir ini.

5.1.3 Metode Inventarisasi Data

Untuk meneliti tingkat pelayanan simpang empat Jalan Lingkar Utara - Jalan Kaliurang, diperlukan suatu metode inventarisasi terhadap data-data di sekitar daerah ruas jalan ini, sebagai alat primer dan sekunder guna prediksi lalu lintas di masa mendatang. Inventarisasi data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu seperti disebutkan berikut ini.

1. Data Primer

Data primer didapat dengan cara observasi atau pengamatan dan perencanaan di lapangan atau lokasi penelitian, yang meliputi:

- a. Observasi awal, yaitu pengamatan dan pencegahan terhadap askes pembangkit lalu lintas jalan, fasilitas jalan secara umum, (rambu dan marka jalan) serta kondisi geometrik jalan, dan

b. Observasi atau penelitian final, yaitu pencacahan terhadap volume lalu lintas dan jenis kendaraan yang lewat pada ruas jalan tersebut.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapat dengan menginventaris data yang merujuk pada data dari instansi terkait, misalnya DLLAJR, Sub Dinas Bina Marga, Bina Statistik dan RUTR Daerah Tingkat II Kabupaten Sleman , serta pihak swasta yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder dalam penelitian ini berfungsi sebagai pendukung dari data primer. Data sekunder ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu ;

- a. Data Teknis, yaitu data yang meliputi letak geografis, prasarana lalu lintas, lalu lintas itu sendiri dan
- b. Data Non Teknis, yaitu data yang meliputi kependudukan, sosial ekonomi, pola tata guna tanah dan sebagainya.

5.1.4 Metode Analisis Data

Data primer dan sekunder yang telah terkumpul dan terinventarisasi akhirnya dilakukan perhitungan dan analisis berdasarkan urutan pengerjaannya.

5.2 Data Awal

Data awal merupakan data yang dipakai sebagai pedoman bagi pengembangan dan pencarian data selanjutnya pada pelaksanaan penelitian.

Data awal ini merupakan gambaran kasar tentang keadaan simpang empat Jalan Lingkar Utara - Jalan Kaliurang yang meliputi jumlah penduduk, tata guna lahan, dan fungsi jalan. Data awal didapat dari survai awal baik dari lokasi penelitian maupun di kantor instansi yang terkait.

5.3 Cara Menentukan Penelitian di lapangan

Beberapa kegiatan penelitian di lapangan yang dilakukan untuk mencari tingkat pelayanan antara lain pengumpulan data terhadap volume lalu lintas setempat dan klasifikasi kendaraan.

Survai volume lalu lintas dilakukan pada saat jam-jam sibuk anggapan dengan memakai formulir penelitian, untuk mendapatkan volume lalu lintas selama satu jam terdapat dari seluruh hasil survai volume lalu lintas untuk satu titik pengamatan pada ruas jalan tersebut. Semua jenis kendaraan yang melalui setiap titik pengamat dari jalan tersebut dihitung dan dibedakan menurut jenis kendaraannya (mobil penumpang, pick-up, truk, bis, sepeda, becak, dan andong).

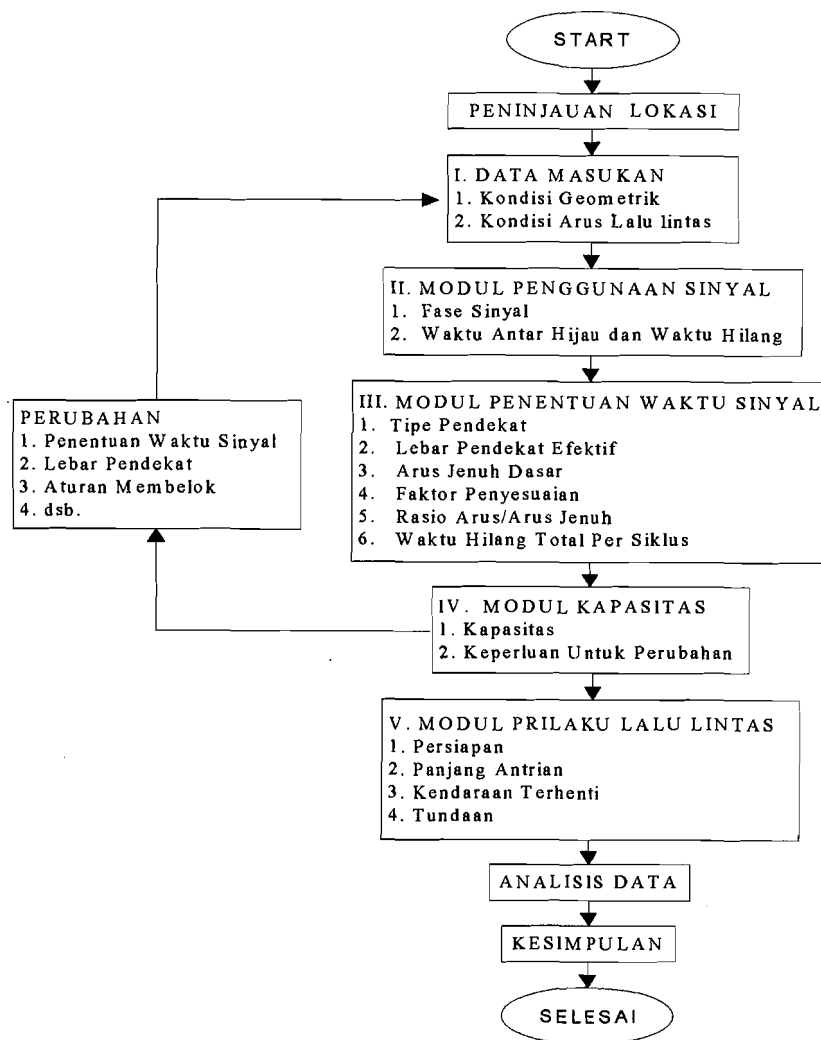
Pencatatan dan perhitungan kendaraan dilakukan selama 3 hari pada hari sibuk anggapan, yaitu pada hari Senin, Selasa, dan Rabu. Sedangkan mengenai waktunya diambil pada jam sibuk anggapan, yaitu:

1. Pagi hari : pukul 07.00 - 09.00 WIB
2. Siang hari : pukul 11.00 - 14.00 WIB

3. Sore hari : pukul 15.00 - 17.00 WIB

5.4 Bagan Alir Penelitian

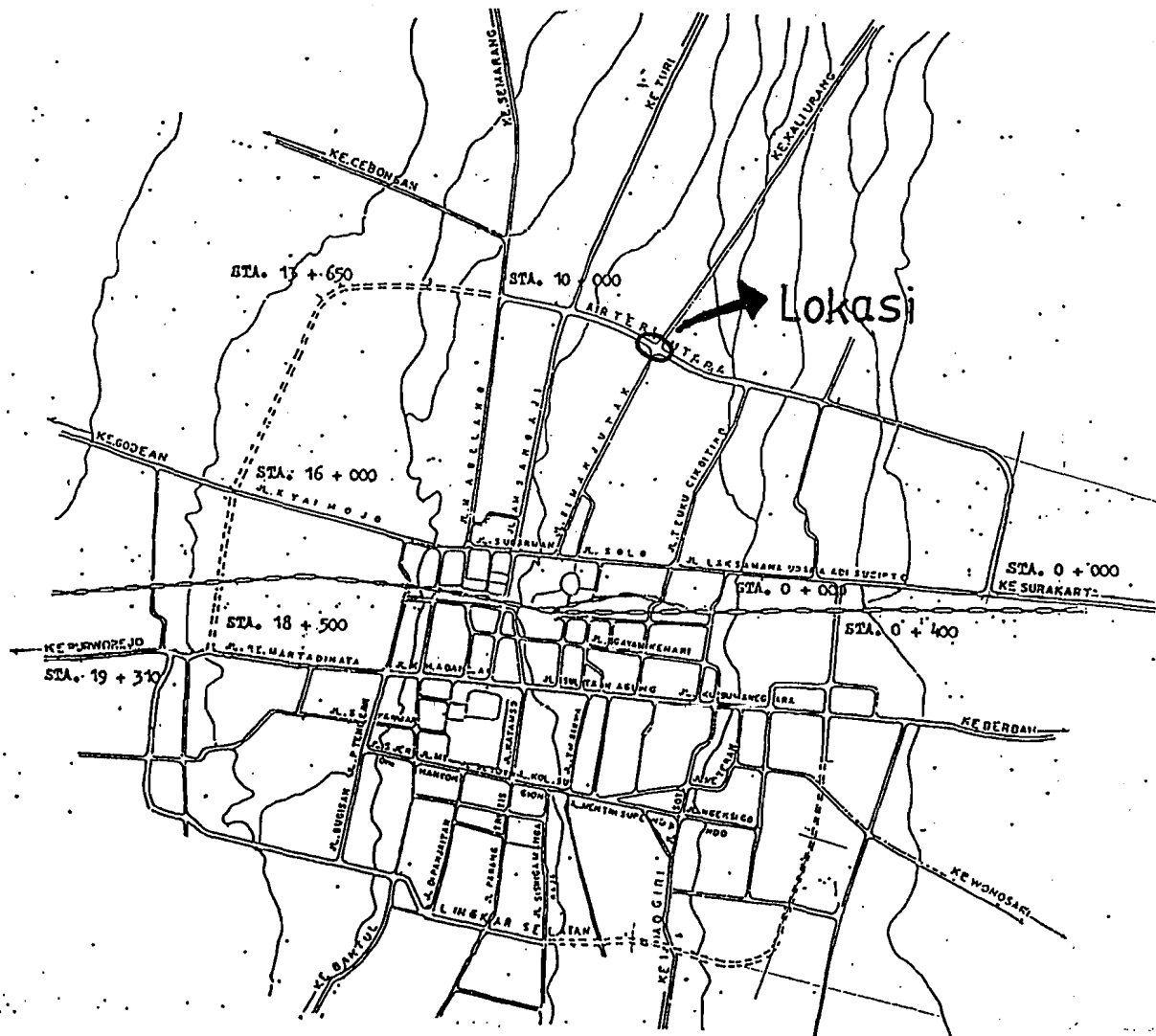
Penelitian tugas akhir ini direncanakan berdasarkan pada bagan alir penelitian seperti yang terdapat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Flow Chart Pelaksanaan Penelitian

5.5 Lokasi

Lokasi penelitian diambil pada simpang empat Jalan Lingkar Utara - Jalan Kaliurang, Kabupaten Sleman, DIY, tepatnya pada arah Jl. Kaliurang baik sisi Selatan maupun Utara. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Lokasi Penelitian

BAB VI

HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

6.1. Hasil Penentuan Subyek

1. Variabel yang Berkaitan dengan Pertumbuhan Lalu Lintas

- a. Faktor kependudukan, yang berkaitan dengan bertambahnya jumlah penduduk dan angka pertumbuhannya. Pertumbuhan penduduk ini akan berpengaruh terhadap perkembangan penggunaan lahan serta besarnya lalu lintas yang mungkin terjadi.
- b. Faktor sosial ekonomi, yang berkaitan dengan penambahan jumlah kepemilikan kendaraan dan peningkatan pemanfaatan lahan pada daerah sekitar itu atau juga berkaitan dengan guna tanah baru yang dapat berakibat besar pada lalu lintas tersebut.
- c. Faktor manusia sebagai penentu perjalanan, dalam kaitannya dengan waktu, kepentingan atau tujuan, dan arah perjalanan.

2. Variabel yang Berkaitan dengan Kapasitas

- a. Tipe jalan, yang berkaitan dengan jumlah lajur, arah maupun pembagian lajur.
- b. Hambatan samping, yang berkaitan dengan penggunaan lahan di sekitar kiri dan kanan simpang, berupa pemukiman, daerah industri atau pasar.

-
- d. ~~Pemisahan arah dan komposisi lalu lintas, yang dalam hal ini akan~~
mempengaruhi besar kecilnya kapasitas jalan .
- e. Ukuran kota, berkait dengan jumlah penduduk, sebagai penentu ukuran kota dalam menganalisa kapasitas nantinya.

3. Variabel yang Berkaitan dengan Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan dipengaruhi oleh besar kecilnya kapasitas jalan, volume/arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut, waktu tempuh, serta kecepatan yang dapat dipakai. Variabel yang mempengaruhi tingkat pelayanan dikelompokkan menjadi beberapa variabel berikut ini:

- a. Kondisi geometrik jalan, yang meliputi lebar lajur, lebar bahu, penampang melintang jalan dan sebagainya.
- b. Fasilitas simpang, yaitu marka jalan, rambu lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan hambatan samping yang berupa kerb, trotoar dan median.
- c. Klasifikasi jalan, yaitu kelas, status, fungsi dan arah lajur.

Klasifikasi kendaraan, yaitu kendaraan diklasifikasikan menurut jenisnya, kemudian diekuivalensikan EMP-nya, seperti yang ditetapkan dalam MKJI 1997 simpang bersinyal.

Kondisi pengaturan lalu lintas, yang meliputi batas kecepatan, pembatasan akses untuk tipe kendaraan tertentu, pembatasan parkir, pembatasan berhenti, pejalan kaki, kendaraan keluar masuk, dan kendaraan lambat

6.2. Hasil Inventarisasi Data

6.2.1. Data Primer

1. Survei lalu lintas persimpangan

Lalu lintas yang melewati simpang empat jalan kaliurang, jalan lingkar utara terdiri dari kendaraan berikut ini.

- a. Sepeda Motor ("Motor Cycle", MC), baik yang beroda 2 atau 3.
- b. Kendaraan ringan ("Light Vehicle", LV), berupa kendaraan pribadi (sedan dan minibus), kendaraan umum (taxi dan mikrobis), dan angkutan barang (pick-up, colt box, mikrotruk)
- c. Kendaraan berat ("Heavy Vehicle", HV), berupa bis kota, bis pariwisata, truk, truk 2-as, truk 3-as dan truk kombinasi

Untuk menghitung volume lalu lintas per 1 jam dalam SMP (Satuan Mobil Penumpang) digunakan EMP (Ekuivalensi Mobil Penumpang) .

$$LV = 1,0$$

$$HV = 1,3$$

$$MC = 0,2$$

Hasil survai terhadap volume lalu lintas selama 7 jam pengamatan dapat dilihat pada tabel 6.1.

Tabel 6.1. Volume Lalu Lintas pada Persimpangan (dalam SMP)

HARI/ TANGGAL	JALAN	WAKTU						
		07-08	08-09	11-12	12-13	13-14	15-16	16-17
SENIN 09-3-1998	Jl. Kaliurang Utara	917	940	710	696	630	618	676
	Jl. Lingkar Utara Timur	895	1149	918	844	792	987	1006
	Jl. Kaliurang Selatan	905	946	1009	1020	1102	1068	1040
	Jl. Lingkar Utara Barat	1100	1203	954	954	862	950	882
	JUMLAH	3817	4238	3643	3514	3386	3633	3604
SELASA 10-3-1998	Jl. Kaliurang Utara	892	823	700	705	622	598	720
	Jl. Lingkar Utara Timur	929	1108	938	856	804	969	1014
	Jl. Kaliurang Selatan	938	975	1017	1005	1090	923	1094
	Jl. Lingkar Utara Barat	1135	1119	957	963	867	947	933
	JUMLAH	3894	4025	3606	3529	3383	3437	3761
RABU 11-3-1998	Jl. Kaliurang Utara	914	843	721	708	624	604	868
	Jl. Lingkar Utara Timur	900	1106	920	831	821	961	989
	Jl. Kaliurang Selatan	953	990	1032	1020	1105	1055	1106
	Jl. Lingkar Utara Barat	1119	1216	999	924	861	950	944
	JUMLAH	3886	4155	3672	3483	3411	3570	3725

Sumber: Data Primer

Keterangan: Volume terpadat yang dicetak tebal.

2. Survei Geometrik Persimpangan

a. Lebar Ruas Jalan pada Persimpangan

Data hasil pengukuran lebar ruas jalan, dapat dilihat pada tabel 6.2

Tabel 6.2. Lebar Ruas Jalan

JALAN	JUMLAH JALUR	JUMLAH LAJUR	LEBAR RUAS JALAN	LEBAR/ LAJUR	MEDIAN
			METER	METER	METER
Kaliurang Utara	2	4	14,0	3,5	-
Lingkar Utara Timur	2	6	25,0	3,5	1,4
Kaliurang Selatan	2	4	17,85	3,15	0,97
Lingkar Utara Barat	2	6	22,75	3,0	1,4

Sumber: Data Primer

b. Prosentase Kemiringan Ruas Jalan (% Grade)

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

Adapun data hasil pengamatan prosentase kemiringan ruas jalan dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3. Persentase Kemiringan Ruas Jalan

JALAN	% GRADE
Kaliurang Utara	0
Lingkar Utara Timur	0
Kaliurang Selatan	0
Lingkar Utara Barat	0

Sumber: Data Primer

3. Survai Lampu Lalu Lintas

a. Lama Waktu Perputaran Lampu Lalu Lintas

Lama waktu perputaran lampu lalu lintas pada persimpangan berdasar hasil

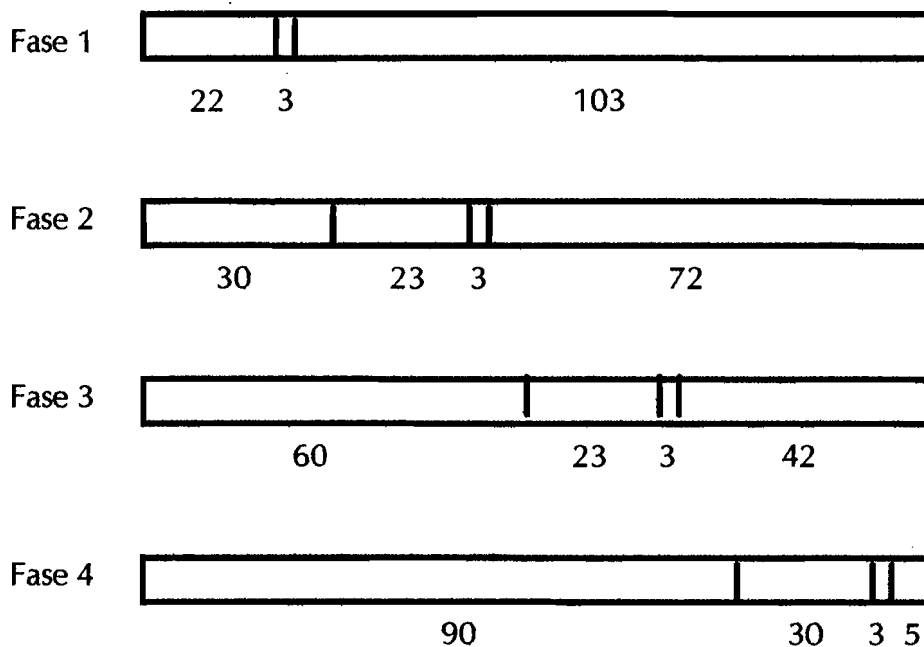
Data Primer dapat dilihat pada Tabel 6.4

Tabel 6.4. "Cycle Time" Lampu Lalu Lintas pada Persimpangan

JALAN	HIJAU	KUNING	MERAH	JUMLAH
	Detik	Detik	Detik	Detik
Kaliurang Utara	22	3	103	128
Lingkar Utara Timur	23	3	102	128
Kaliurang Selatan	23	3	102	128
Lingkar Utara Barat	30	3	95	128

Sumber: Data Primer

b. Lama waktu satu fase untuk setiap lampu lalu lintas.



Gb. 6.1. Diagram Siklus Waktu Lampu Lalu Lintas

4. Survai Hambatan Samping

Hambatan samping dalam penelitian ini meliputi:

- a. Pejalan kaki (PED, "Pedestrians"), faktor bobot = 0,5
- b. Parkir dan kendaraan berhenti (PSV, "Parking and Stopping of Vehides"), faktor bobot = 1,0
- c. Kendaraan masuk dan keluar (EEV, "Entry and Exit of Vehides"), faktor bobot = 0,7
- d. Kendaraan lambat (SMV, "Slow Moving Vehicles"), faktor bobot = 0,4

Pencacahan frekuensi kejadian hambatan samping dilakukan bersama dengan survai volume lalu lintas, dalam radius 200 meter dari titik pengamatan pada kedua sisi jalan.

Hasil pencacahan terhadap tipe kejadian hambatan samping dapat dilihat pada tabel 6.5, 6.6., 6.7, dan 6.8.

Tabel 6.5. Survai Hambatan Samping Jl. Kaliurang Utara

Waktu	PED	PSV	EEV	SMV	Jumlah	KELAS Hambatan samping
	0,5	1,0	0,7	0,4		
07.00-08.00	83	68	117	16	198	rendah
08.00-09.00	75	41	159	84	223	rendah
11.00-12.00	61	36	137	15	168	rendah
12.00-13.00	62	27	75	17	117	rendah
13.00-14.00	94	25	47	15	111	rendah
15.00-16.00	57	30	25	13	74	rendah
16.00-17.00	45	33	67	19	110	rendah

Tabel 6.6. Survei Hambatan Samping Jl. Lingkar Utara Timur

Waktu	PED	PSV	EEV	SMV	Jumlah	KELAS
	0,5	1,0	0,7	0,4		Hambatan samping
07.00-08.00	96	34	20	18	103	rendah
08.00-09.00	97	38	33	14	115	rendah
11.00-12.00	95	36	30	27	110	rendah
12.00-13.00	85	33	22	18	103	rendah
13.00-14.00	98	37	28	19	113	rendah
15.00-16.00	86	29	29	22	101	rendah
16.00-17.00	91	30	25	25	103	rendah

Tabel 6.7. Survei Hambatan Samping Jl. Kaliurang Selatan

Waktu	PED	PSV	EEV	SMV	Jumlah	KELAS
	0,5	1,0	0,7	0,4		Hambatan samping
07.00-08.00	213	232	337	127	625	tinggi
08.00-09.00	203	253	309	138	626	tinggi
11.00-12.00	223	199	325	130	590	tinggi
12.00-13.00	200	201	327	121	578	tinggi
13.00-14.00	197	221	318	129	894	tinggi
15.00-16.00	188	218	351	135	612	tinggi
16.00-17.00	190	227	342	130	613	tinggi

Tabel 6.8. Survei Hambatan Samping Jl. Lingkar Utara Barat

Waktu	PED	PSV	EEV	SMV	Jumlah	KELAS Hambatan samping
	0,5	1,0	0,7	0,4		
07.00-08.00	109	10	43	96	133	rendah
08.00-09.00	89	16	101	130	183	rendah
11.00-12.00	119	102	162	187	350	sedang
12.00-13.00	107	60	183	176	312	sedang
13.00-14.00	63	55	142	115	232	rendah
15.00-16.00	124	45	125	96	233	rendah
16.00-17.00	74	95	96	100	239	rendah

Sumber: Data Primer

6.2.2. Data Sekunder

1. Data Penduduk

Data jumlah penduduk dijadikan dasar dalam menentukan ukuran kota, yang selanjutnya ukuran kota ini dipakai sebagai data untuk menganalisis permasalahan. Dengan pertimbangan ini maka data kependudukan suatu kota atau wilayah dan pertambahannya dalam studi ini sangat diperlukan. Untuk memprediksikan prosentase pertumbuhan penduduk dan jumlah penduduk pada masa akan datang. Berdasarkan data statistik propinsi DIY, jumlah penduduk dan pertambahannya adalah seperti pada tabel 6.9.

Tabel 6.9. Data Jumlah Penduduk Propinsi DIY

TAHUN	Jumlah Penduduk	Pertambahan Pdd tiap tahun	Rata ² Pertambahan tiap tahun (%)
1988	2.981.476	-	-
1989	2.998.332	16.856	0,57
1990	3.020.837	22.505	0,75
1991	3.044.465	23.628	0,78
1992	3.068.004	23.539	0,77
1993	3.096.064	28.060	0,91
1994	3.124.286	28.222	0,91
1995	3.154.265	29.979	0,96
1996	3.185.384	31.119	0,99

Sumber: Kantor Biro Pusat Statistik Propinsi DIY

Hasil perhitungan di atas menunjukkan prosentase rata-rata pertumbuhan penduduk propinsi DIY adalah 0,83%

2. Jumlah Kepemilikan Kendaraan

Jumlah kepemilikan kendaraan di suatu daerah dapat dijadikan salah satu dasar perhitungan pertumbuhan lalu lintas. Oleh sebab itu data jumlah kepemilikan kendaraan pada propinsi DIY dipakai sebagai data pelengkap. Data kepemilikan kendaraan propinsi DIY dapat dilihat pada tabel 6.10.

Tabel 6.10. Banyaknya Kendaraan Bermotor di Propinsi DIY

TAHUN	LV	HV	MC
1992	44.081	9.771	254.078
1993	47.768	10.694	274.173
1994	52.021	11.147	299.401
1995	57.760	8.816	318.827
1996	62.068	12.809	357.850

Sumber: BPS Propinsi DIY dan POLDA DIY

6.3. Analisis Data

6.3.1. Analisis Pertumbuhan Penduduk

Analisis pertumbuhan penduduk dilakukan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan penduduk (i), yang kemudian variabel i tersebut digunakan untuk mengetahui jumlah penduduk di Propinsi D.I. Yogyakarta sampai 20 tahun mendatang. Prediksi jumlah penduduk dapat dicari berdasarkan variabel i dengan menggunakan rumus bunga berganda berikut ini.

$$P_n = P_0 (i + 1)^n$$

dengan: P_n = Jumlah penduduk tahun ke- n

P_0 = Jumlah penduduk tahun dasar perhitungan

i = tingkat pertumbuhan penduduk

n = tahun ke - n

Cara untuk mengetahui tingkat pertumbuhan penduduk (i) pada penelitian ini adalah dengan mengambil tingkat pertumbuhan penduduk 0,83% (. Hasil

perhitungan jumlah penduduk dengan tahun dasar 1996 dapat dilihat pada tabell

6.11.

Tabel 6.11. Prediksi Jumlah Penduduk DIY

Tahun	Jumlah Penduduk
1996	3.185.384
1997	3.203.541
1998	3.238.481
1999	3.265.360
2000	3.292.463
2001	3.319.790
2002	3.347.344
2003	3.375.127
2004	3.403.141
2005	3.431.387
2006	3.459.867
2007	3.488.584
2008	3.517.540
2009	3.546.735
2010	3.576.173
2011	3.605.855
2012	3.635.784
2013	3.665.961
2014	3.696.388
2015	3.727.068
2016	3.758.003
2017	3.789.195

6.3.2. Analisis Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas

Analisis Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas dimaksudkan untuk penentuan angka pertumbuhan lalu lintas yang diharapkan dapat dijadikan dasar untuk memprediksi arus lalu lintas untuk waktu 20 tahun mendatang.

1. Analisis Jam Puncak Tahun 1998

Analisis jam puncak data primer adalah analisis terhadap hasil survai selama 7 jam dalam 3 hari pengamatan, untuk mencari jam puncak atau jam sibuk anggapan beserta volume lalu lintasnya dalam 1 jam menurut MKJI 1997.

Dari tabel 6.1. dapat diambil kesimpulan bahwa jam sibuk anggapan terjadi pada hari Senin, 09 Maret 1998 pada pukul 08.00 - 09.00 dengan arus kendaraan 4238 SMP digunakan sebagai data arus kendaraan per jam (untuk pengisian formulir SIG MKJI 1997).

2. Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 1998 - 2017

Langkah pertama dalam menganalisis pertumbuhan lalu lintas adalah dengan membandingkan jumlah penduduk dengan kepemilikan kendaraan di Propinsi DIY, dan langkah kedua membandingkan kepemilikan kendaraan dengan arus lalu lintas yang ada. Dari langkah tersebut prediksi jumlah lalu lintas selama 20 tahun mendatang dapat diketahui.

a. Analisis Kepemilikan Kendaraan Selama 20 tahun Mendatang.

Tabel 6.12. Data jumlah penduduk dan jumlah kendaraan di Propinsi DIY Tahun

1992 - 1996

Tahun	Jml. Pdd.	LV	HV	MC
1992	3.068.004	44.081	9.771	254.078
1993	3.096.064	47.768	10.694	274.173
1994	3.124.286	52.021	11.147	299.401
1995	3.154.265	57.760	12.000	318.827
1996	3.185.384	62.068	12.809	357.850

Dari tabel 6.12 dapat dihitung prosentase perbandingan penduduk Propinsi DIY dengan kepemilikan kendaraan untuk masing-masing tipe kendaraan (lihat tabel 6.13).

Tabel 6.13. Persentase Perbandingan Jumlah Kendaraan terhadap Jumlah Penduduk Propinsi DIY Tahun 1992 - 1996

Tahun	% Jumlah Tiap Tipe Kendaraan dari Jumlah Penduduk		
	LV	HV	MC
1992	1,437	0,318	8,281
1993	1,543	0,345	8,856
1994	1,665	0,357	9,583
1995	1,831	0,380	10,108
1996	1,949	0,402	11,234

Dari tabel 6.13 dapat dianalisis bahwa tiap tahun terjadi rata-rata kenaikan kepemilikan tiap kendaraan 0,128% untuk LV; 0,021% untuk HV dan

0,738% untuk MC. Tabel 6,14 menunjukkan prediksi jumlah kepemilikan tiap

kendaraan.

Tabel 6.14. Data Prediksi Kepemilikan Tiap-tiap Kendaraan di Propinsi DIY

Tahun	LV	HV	MC
1996	62.068	12.809	357.850
1997	66.710	13.586	384.519
1998	71.409	14.379	411.611
1999	76.181	15.184	439.126
2000	81.028	16.001	467.069
2001	85.949	16.831	495.445
2002	90.947	17.674	524.261
2003	96.022	18.529	553.521
2004	101.175	19.398	583.230
2005	106.407	20.279	613.395
2006	111.719	21.174	644.020
2007	117.112	22.083	675.111
2008	122.586	23.005	706.674
2009	128.144	23.940	738.714
2010	133.785	24.890	771.237
2011	139.511	25.854	804.250
2012	145.322	26.832	837.757
2013	151.221	27.825	871.766
2014	157.207	28.832	906.280
2015	163.283	29.854	941.308
2016	169.448	30.891	976.855
2017	175.705	31.943	1.012.928

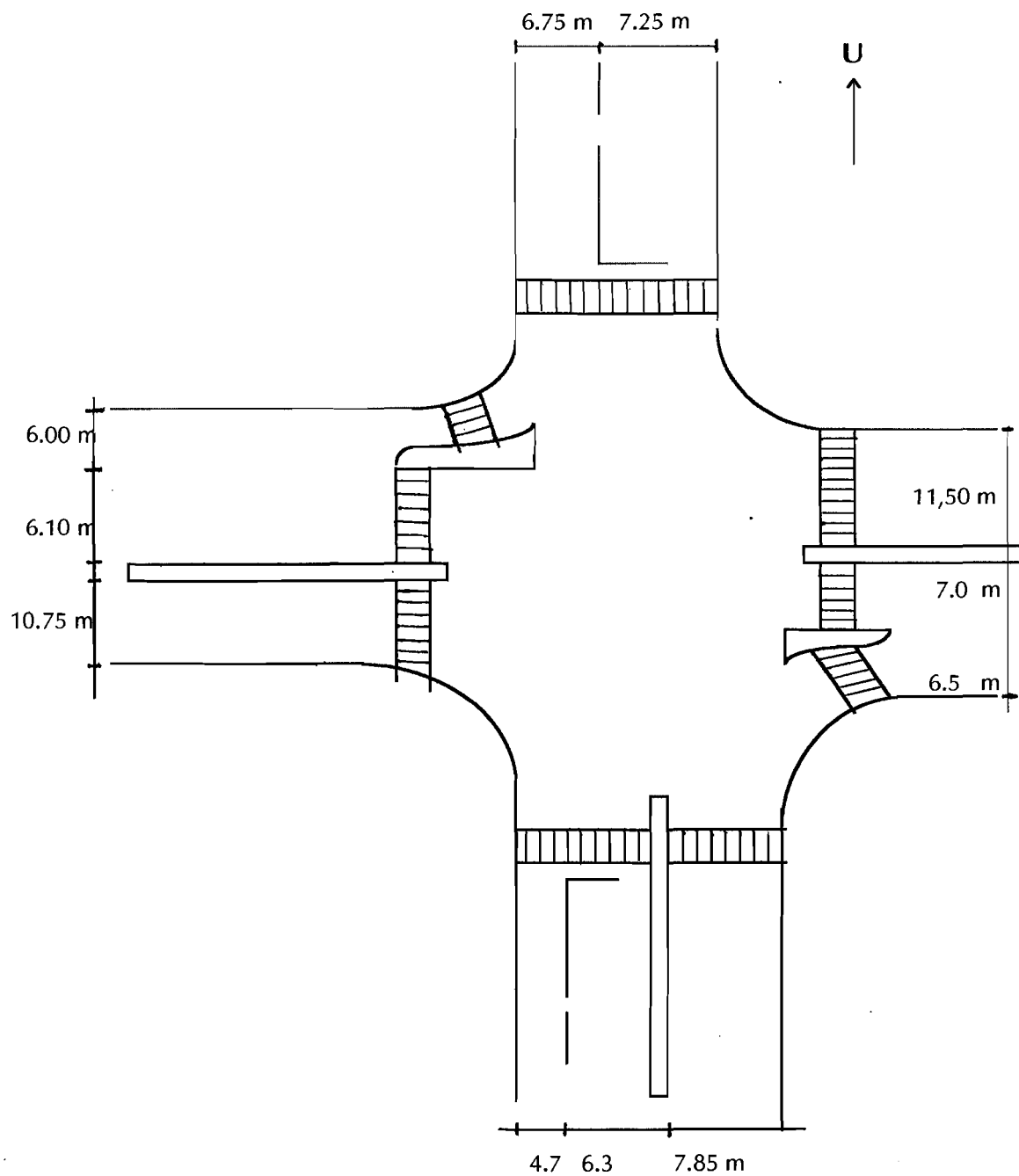
b. Prediksi arus lalu lintas 20 tahun yang akan datang

Tabel 6.15 Prediksi arus lalu lintas 20 tahun yang akan datang

Tahun	LV	HV	MC
1998	2.775	459	4.335
1999	2.798	463	4.371
2000	2.821	467	4.407
2001	2.845	471	4.444
2002	2.868	474	4.481
2003	2.892	478	4.518
2004	2.916	482	4.555
2005	2.940	486	4.593
2006	2.965	490	4.631
2007	2.989	494	4.670
2008	3.014	499	4.709
2009	3.039	503	4.748
2010	3.064	507	4.787
2011	3.090	511	4.827
2012	3.115	515	4.867
2013	3.141	520	4.907
2014	3.167	524	4.948
2015	3.194	528	4.989
2016	3.220	533	5.030
2017	3.247	537	5.072

6.4. Analisis Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal

Propinsi = DI Yogyakarta
Ukuran Kota = 3.238.481 (3.24 Juta)
Hari dan Tanggal = Senin, 09 Maret 1998
Jam Puncak Pagi Pukul 08.00 - 09.00 WIB.
Simpang = Jl. Lingkar Utara - Jl. Kaliurang



Gambar 6.2. kondisi lapangan

Tabel 6.16. Kondisi Lapangan

KODE PENDEKAT	LINGKUNGAN J A L A N	HAMBATAN SAMPING	MEDIAN	BELOK KIRI LANGSUNG	LEBAR PENDEKAT			
					PENDEKAT WA	W. MASUK	W. LTOR	W. KELUAR
U	KOMERSIAL	RENDAH	TIDAK	YA	7.25	3.80	3.45	6.75
T	PERMUKIMAN	RENDAH	YA	YA	13.50	7.00	6.50	11.50
S	KOMERSIAL	TINGGI	YA	YA	11.00	6.30	4.70	7.85
B	PERMUKIMAN	SEDANG	YA	YA	12.10	6.10	6.00	10.75

Tabel 6.17. Kondisi Arus Lalu Lintas

KODE PENDEKAT	LV	HV	MC	UM	PLT	PRT	PUM
U	ST 260	1	876	144	0.12	0.28	0.09
	LTOR 86	13	131	17			
	RT 316	14	202	3			
T	ST 502	104	573	39	0.22	0.14	0.04
	LTOR 171	44	198	22			
	RT 78	15	160	18			
S	ST 338	16	688	137	0.25	0.19	0.09
	LTOR 192	7	253	18			
	RT 120	41	124	6			
B	ST 343	170	539	80	0.2	0.29	0.08
	LTOR 184	17	198	47			
	RT 185	17	393	39			

Keterangan :

PLT = Rasio Belok Kiri

PRT = Rasio Belok Kanan

PUM = Rasio Kendaraan Tidak Bermotor

6.4.1. Analisa untuk tahun 1998

a. Langkah I

*** Pendekat utara**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_6 \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Arus jenuh dasar dari rumus (3.5)

Pendekat tipe P

$$\text{Lebar efektif} = 3.80 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad S_0 = 2280 \text{ SMP/ jam hijau}$$

Faktor penyesuaian ukuran kota F_{SC}

$$\text{Jumlah penduduk} = 3.24 \text{ Juta} \quad \Rightarrow \quad F_{SC} = 1.05$$

Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF}

Lingkungan jalan = komersial
 Kelas hambatan = rendah $\Rightarrow F_{SF} = 0.90$
 Tipe Fase = terlindung
 Rasio kendaraan tak bermotor = 0.09

Faktor penyesuaian kelandaian F_C

Kelandaian = 0 % $\Rightarrow F_C = 1.0$

Faktor penyesuaian parkir F_P $\Rightarrow F_P = 1.0$

Faktor penyesuaian belok kanan dari rumus 3.6

Rasio belok kanan $P_{RT} = 0.28$ $\Rightarrow F_{RT} = 1.073$

Faktor penyesuaian belok kiri F_{LT} , dari rumus 3.7

Rasio belok kiri $P_{LT} = 0.12$ $\Rightarrow F_{LT} = 0.981$

Nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$S = 2268 \text{ SMP / jam hijau}$$

Perhitungan arus lalu lintas (Q)

$$Q = LV + (HV \times 1.3) + (MC \times 0.2)$$

$$= 576 + (15 \times 1.3) + (1.078 \times 0.2) = 811 \text{ SMP / jam}$$

Perhitungan arus (FR)

$$FR = Q / S = 811 / 2268 = 0.358$$

Perhitungan kapasitas (C)

$$C = S \times g / c$$

$$g = \text{waktu hijau} = 22 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus} = 128 \text{ detik}$$

$$C = 2268 / 128 \times 22 = 390 \text{ SMP / jam}$$

Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q / C = 811 / 390 = 2.079$$

*** Pendekat timur**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_6 \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Arus jenuh dasar dari rumus 3.5

 Pendekat tipe P

$$\text{Lebar efektif} = 7.0 \text{ m} \Rightarrow S_0 = 4200 \text{ SMP / jam hijau}$$

Faktor penyesuaian ukuran kota F_{sc}

$$\text{Jumlah penduduk} = 3.24 \text{ Juta} \Rightarrow F_{sc} = 1.05$$

Faktor penyesuaian hambatan samping F_{sf}

$$\begin{aligned} \text{Lingkungan jalan} &= \text{komersial} \\ \text{Kelas hambatan} &= \text{rendah} \\ \text{Tipe Fase} &= \text{terlindung} \\ \text{Rasio kendaraan tak bermotor} &= 0.04 \end{aligned} \Rightarrow F_{sf} = 0.96$$

Faktor penyesuaian kelandaian F_c

$$\text{Kelandaian} = 0 \% \Rightarrow F_c = 1.00$$

Faktor penyesuaian parkir $F_p = 1.0$

$$\begin{aligned} \text{Faktor penyesuaian belok kanan dari rumus} &= 3.6 \\ \text{Rasio belok kanan } P_{RT} &= 0.14 \end{aligned} \Rightarrow F_{RT} = 1.036$$

Faktor penyesuaian belok kiri F_{LT} , dari rumus 3.7

$$\text{Rasio belok kiri } P_{LT} = 0.22 \Rightarrow F_{LT} = 0.965$$

Nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$S = 4232 \text{ SMP / jam hijau}$$

Perhitungan arus lalu lintas (Q)

$$\begin{aligned} Q &= LV + (HV \times 1.3) + (MC \times 0.2) \\ &= 580 + (119 \times 1.3) + (733 \times 0.2) = 881 \text{ SMP / jam} \end{aligned}$$

Perhitungan arus (FR)

$$FR = Q / S = 881 / 4232 = 0.208$$

Perhitungan kapasitas (C)

$$\begin{aligned} C &= S \times g/c \\ g &= \text{waktu hijau} = 23 \text{ detik} \\ c &= \text{waktu siklus} = 128 \text{ detik} \\ C &= 4232 / 128 \times 23 = 760 \text{ SMP / jam} \end{aligned}$$

Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q / C = 881 / 760 = 1.159$$

*** Pendekat selatan**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_6 \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Arus jenuh dasar dari rumus 3.5

Pendekat tipe P

$$\text{Lebar efektif} = 6.30 \text{ m} \Rightarrow S_0 = 3780 \text{ SMP / jam hijau}$$

Faktor penyesuaian ukuran kota F_{CS}

$$\text{Jumlah penduduk} = 3.24 \text{ Juta} \Rightarrow F_{CS} = 1.05$$

Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF}

Lingkungan jalan = komersial

Kelas hambatan = rendah

Tipe Fase = terlindung

$$\text{Rasio kendaraan tak bermotor} = 0.09 \Rightarrow F_{SF} = 0.88$$

Faktor penyesuaian kelandaian F_G

$$\text{Kelandaian} = 0 \% \Rightarrow F_G = 1.0$$

Faktor penyesuaian parkir F_P

$$\Rightarrow F_P = 1.0$$

Faktor penyesuaian belok kanan dari rumus 3.6

$$\text{Rasio belok kanan } P_{RT} = 0.16 \Rightarrow F_{RT} = 1.026$$

Faktor penyesuaian belok kiri F_{LT} , dari rumus 3.7

$$\text{Rasio belok kiri } P_{LT} = 0.25 \Rightarrow F_{LT} = 0.935$$

Nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$S = 3351 \text{ SMP / jam hijau}$$

Perhitungan arus lalu lintas (Q)

$$\begin{aligned} Q &= LV + (HV \times 1.3) + (MC \times 0.2) \\ &= 458 + (57 \times 1.3) + (812 \times 0.2) = 695 \text{ SMP / jam} \end{aligned}$$

Perhitungan arus (FR)

$$FR = Q / S = 695 / 3351 = 0.207$$

Perhitungan kapasitas (C)

$$C = S \times g/c$$

$$g = \text{waktu hijau} = 23 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus} = 128 \text{ detik}$$

$$C = 3352 / 128 \times 23 = 602 \text{ SMP / jam}$$

 Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q / C = 695 / 602 = 1.154$$

*** Pendekat Barat**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_6 \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Arus jenuh dasar dari rumus 3.5

Pendekat tipe P

$$\text{Lebar efektif} = 6.10 \text{ m} \Rightarrow S_0 = 3660 \text{ SMP / jam hijau}$$

Faktor penyesuaian ukuran kota F_{SC}

$$\text{Jumlah penduduk} = 3.24 \text{ Juta} \Rightarrow F_{SC} = 1.05$$

Faktor penyesuaian hambatan samping F_{SF}

Lingkungan jalan = komersial

Kelas hambatan = rendah

Tipe Fase = terlindung

Rasio kendaraan tak bermotor = 0.081

$$\Rightarrow F_{SF} = 0.93$$

Faktor penyesuaian kelandaian F_C

$$\text{Kelandaian} = 0 \% \Rightarrow F_C = 1.0$$

Faktor penyesuaian parkir F_P

$$\Rightarrow F_P = 1.0$$

Faktor penyesuaian belok kanan dari rumus 3.6

$$\text{Rasio belok kanan } P_{RT} = 0.29 \Rightarrow F_{RT} = 1.075$$

Faktor penyesuaian belok kiri F_{LT} , dari rumus 3.7

$$\text{Rasio belok kiri } P_{LT} = 0.20 \Rightarrow F_{LT} = 0.968$$

Nilai arus jenuh yang disesuaikan

$$S = 3719 \text{ SMP / jam hijau} \quad \checkmark$$

Perhitungan arus lalu lintas (Q)

$$Q = LV + (HV \times 1.3) + (MC \times 0.2)$$

$$= 528 + (187 \times 1.3) + (932 \times 0.2) = 958 \text{ SMP / jam}$$

Perhitungan arus (FR)

$$FR = Q / S = 958 / 3719 = 0.258$$

Perhitungan kapasitas (C)

$$C = S \times g/c$$

$$g = \text{waktu hijau} = 30 \text{ detik}$$

$$c = \text{waktu siklus} = 128 \text{ detik}$$

$$C = 3719 / 128 \times 30 = 872 \text{ SMP / jam}$$

Perhitungan derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q/C = 958 / 872 = 1.099$$

Hasil Perhitungan Kapasitas Arus Jenuh dan Derajat Kejenuhan

PENDEKAT	ARUS JENUH DISESUAIKAN S (SMP/ JAM)	KAPASITAS (C) SMP / JAM	DERAJAT KEJENUHAN (DS)
U	2268	390	2.079
T	232	760	1.159
S	3351	602	1.154
B	3719	872	1.099

b. Langkah kedua

*** Pendekat Utara**

Perhitungan jumlah kendaraan antri

Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya NQ1

Dari Rumus 3.13 Didapat NQ1 = 1 SMP

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

Dari rumus didapat NQ2 = 37 SMP

Jumlah kendaraan antri

NQ = NQ1 + NQ2 = 38 SMP

Jumlah Maksimal kendaraan antri NQ Max

Dari Gambar 3.2, didapat NQ Max = 54 SMP

Perhitungan panjang antrian QL

Dari rumus 3.16, didapat QL = 284 M

Perhitungan rasio kendaraan STOP NS

Dari rumus 3.17, didapat NS = 2.21

Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti Nsv

Dari rumus 3.18, didapat Nsv = 964 SMP / Jam

Perhitungan Tundaan

~~Tundaan Lalu lintas rata - rata (DT)~~

Dari rumus 3.20, didapat (DT) = 78 detik / SMP

Tundaan Geometrik rata - rata (DG) = 8 detik / SMP

Tundaan rata- rata D

$D = DT + DG = 86 \text{ detik / SMP}$

Tundaan total = $D \times Q = 86 \times 811 = 69746 \text{ detik}$

* Pendekat Timur

Perhitungan jumlah kendaraan antri

Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya NQ1

Dari Rumus 3.13, didapat NQ1 = 1.318 SMP

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

Dari rumus 3.14, didapat NQ2 = 24.249 SMP

Jumlah kendaraan antri

$NQ = NQ1 + NQ2 = 25.567 \text{ SMP}$

Jumlah Maksimal kendaraan antri NQ Max

Dari Gambar 3.2, didapat NQ Max = 37 SMP

Perhitungan panjang antrian QL

Dari rumus 3.16, didapat QL = 106 M

Perhitungan rasio kendaraan STOP NS

Dari rumus 3.17, didapat NS = 0.735

Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti Nsv

Dari rumus 3.18, didapat Nsv = 648 SMP / Jam

Perhitungan Tundaan

Tundaan Lalu lintas rata - rata (DT)

Dari rumus 3.20, didapat (DT) = 60.674 detik / SMP

Tundaan Geometrik rata - rata (DG) = 3.290 detik / SMP

Tundaan rata- rata D

$D = DT + DG = 63.964 \text{ detik / SMP}$

Tundaan total = $D \times Q = 63.964 \times \quad = 56352 \text{ detik}$

* Pendekat Selatan

Perhitungan jumlah kendaraan antri

Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya NQ1

Dari Rumus 3.13, didapat NQ1 = 1.302 SMP

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

Dari rumus 3.14, didapat NQ2 = 25.569 SMP

Jumlah kendaraan antri

$$NQ = NQ1 + NQ2 = 26.871 \text{ SMP}$$

Jumlah Maksimal kendaraan antri NQ Max

Dari Gambar 3.2, didapat NQ Max = 38

Perhitungan panjang antrian QL

Dari rumus 3.16, didapat QL = 121 M

Perhitungan rasio kendaraan STOP NS

Dari rumus 3.17, didapat NS = 0.979

Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti Nsv

Dari rumus 3.18, didapat Nsv = 680 SMP / Jam

Perhitungan Tundaan

Tundaan Lalu lintas rata - rata (DT)

Dari rumus 3.20, didapat (DT) = 62.251 detik / SMP

Tundaan Geometrik rata - rata (DG) = 3.948 detik / SMP

Tundaan rata- rata D

$D = DT + DG = 66.199 \text{ detik / SMP}$

Tundaan total = $D \times Q = 46008 \text{ detik}$

* Pendekat Barat

Perhitungan jumlah kendaraan antri

Jumlah kendaraan yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya NQ1

Dari Rumus 3.13, didapat NQ1 = 1.198 SMP

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah NQ2

Dari rumus 3.14, didapat NQ2 = 35.124 SMP

Jumlah kendaraan antri

$NQ = NQ1 + NQ2 = 36.322 \text{ SMP}$

Jumlah Maksimal kendaraan antri NQ Max

Dari Gambar 3.2, didapat NQ Max = 50 SMP

Perhitungan panjang antrian QL

Dari rumus 3.16, didapat QL = 164 M

Perhitungan rasio kendaraan STOP NS

Dari rumus 3.17, didapat NS = 0.959

Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti Nsv

Dari rumus 3.18, didapat Nsv = 919 SMP / Jam

Perhitungan Tundaan

Tundaan Lalu lintas rata - rata (DT)

Dari rumus didapat (DT) = 55.499 detik / SMP

Tundaan Geometrik rata - rata (DG) = 3.885 detik / SMP

Tundaan rata- rata D

$D = DT + DG = 59.384$ detik / SMP

Tundaan total = $D \times Q = 56890$ detik

Hasil Perhitungan Kinerja Lalulintas Pada Semua Pendekat

PENDEKAT	PANJANG ANTRIAN (M)	JUMLAH KND TERHENTI SMP / JAM	TUNDAAN TOTAL (DETIK)
U	284	964	69746
T	106	648	56352
S	121	680	46008
B	164	919	56890

Tundaan rata - rata seluruh simpang dari rumus 3.22

$DI = 228996 / 3345 = 68.46$ detik / SMP

Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah pada tingkat F

6.4.2 Analisis tahun 2002 (Periode 5 Tahun Pertama)

a. Langkah I

* Pendekat Utara

Perhitungan Arus Jenuh

$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$

$S_o = 600 \times W_e$

S_o SMP / JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
2280	1.05	0.90	1.0	1.0	1.073	0.981	2268

- Arus Lalu Lintas

$Q = 595 + (16 \times 1,3) + (1115 \times 0.2) = 839$ SMP/Jam

- Rasio Arus

$FR = Q/S = 839/2268 = 0,370$

- Kapasitas

$C = (S/c) \times g = 390$ SMP/Jam

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 839/390 = 2,151$$

*Pendekat Timur

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_c \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_c	F_p	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
4200	1.05	0.96	1.0	1.0	1.036	0.965	4232

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 599 + (123 \times 1,3) + (757 \times 0.2) = 910 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 910/4232 = 0,215$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 760 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 910/760 = 1,197$$

*Pendekat Selatan

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_c \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_c	F_p	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3780	1.05	0.88	1.0	1.0	1.026	0.935	3351

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 473 + (59 \times 1,3) + (939 \times 0.2) = 738 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 738/3351 = 0,220$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 602 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 738/602 = 1,226$$

***Pendekat Barat**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_g	F_p	F_{rt}	F_{lt}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.93	1.0	1.0	1.075	0.968	3719

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 528 + (193 \times 1,3) + (963 \times 0.2) = 972 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 972/3719 = 0,261$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 872 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 972/872 = 1,115$$

Hasil Perhitungan Kapasitas Arus Jenuh dan Derajat Kejenuhan

PENDEKAT	ARUS JENUH DISESUAIKAN S (SMP/JAM)	KAPASITAS (C) SMP/JAM	DERAJAT KEJENUHAN (DS)
U	2268	390	2.151
T	4232	760	1.197
S	3351	602	1.226
B	3719	872	1.115

b. Langkah 2

*** Pendekat Utara**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
3.3	39.2	42.5	60

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 316 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1,28$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1074 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
100	5	105	88095

*** Pendekat Timur**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.4	33.8	35.2	49

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 140 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.979$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 891 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
62	4	66	60060

* Pendekat Selatan

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.5	27.6	29.1	41

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 130 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.998$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 737 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
65	1	66	48708

* Pendekat Barat

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.23	35.8	37.03	52

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 170 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.964$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 937 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
56	4	60	58320

Hasil Perhitungan Kinerja Lalulintas Pada Semua Pendekat

PENDEKAT	PANJANG ANTRIAN (M)	JUMLAH KND TERHENTI SMP / JAM	TUNDAAN TOTAL (DETIK)
U	316	1074	88095
T	140	891	60060
S	130	737	48708
B	170	937	58320

Tundaan rata - rata seluruh simpang dari rumus (3.22)

$$DI = 255183 / 3459 = 73.77 \text{ detik / SMP}$$

Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah pada tingkat F

6.4.3 Analisis tahun 2007 (Periode 5 Tahun Kedua)

a. Langkah I

*Pendekat Utara

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_C \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_0 = 600 \times W_e$$

S ₀ SMP / JAM H	F _{CS}	F _{SF}	F _C	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S SMP/JAM H
2280	1.05	0.90	1.0	1.0	1.073	0.981	2268

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 620 + (16 \times 1,3) + (1162 \times 0.2) = 873 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 873/2268 = 0,385$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 390 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 873/390 = 2,238$$

*Pendekat Timur

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP / JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
4200	1.05	0.96	1.0	1.0	1.036	0.965	4232

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 625 + (128 \times 1,3) + (790 \times 0.2) = 949 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 949/4232 = 0,224$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 760 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 949/760 = 1,249$$

*Pendekat Selatan

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP / JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3780	1.05	0.88	1.0	1.0	1.026	0.935	3351

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 493 + (61 \times 1,3) + (875 \times 0.2) = 747 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 747/3351 = 0,223$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 602 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 747/602 = 1,241$$

***Pendekat Barat**

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_g	F_p	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.93	1.0	1.0	1.075	0.968	3719

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 569 + (202 \times 1,3) + (1004 \times 0.2) = 1032 \text{ SMP/jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 1032/3719 = 0.277$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 872 \text{ SMP/jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 1032/872 = 1,183$$

Hasil Perhitungan Kapasitas Arus Jenuh dan Derajat Kejenuhan

PENDEKAT	ARUS JENUH DISESUAIKAN S (SMP/JAM)	KAPASITAS (C) SMP/JAM	DERAJAT KEJENUHAN (DS)
U	2268	390	2.238
T	4232	760	1.249
S	3351	602	1.241
B	3719	872	1.183

b. Langkah 2

*** Pendekat Utara**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
3.5	41.8	45.3	62

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 326 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1,31$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1144 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
106	5	111	96903

*** Pendekat Timur**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.5	35.7	37.2	52

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 149 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.992$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 941 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
63	4	67	63583

* Pendekat Selatan

Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.5	28	29.5	42

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 133 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.999$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 746 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
65	4	69	51543

* Pendekat Barat

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.4	38.9	40.3	57

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 187 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 0.988$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1020 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
58	4	62	63984

Hasil Perhitungan Kinerja Lalulintas Pada Semua Pendekat

PEDEKAT	PANJANG ANTRIAN (M)	JUMLAH KND TERHENTI SMP / JAM	TUNDAAN TOTAL (DETIK)
U	326	1144	96903
T	149	941	63583
S	133	746	51543
B	187	1020	63984

Tundaan rata - rata seluruh simpang dari rumus (3.22)

$$DI = 276013 / 3601 = 76.65 \text{ detik / SMP}$$

Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah pada tingkat F

6.4.4 Analisis tahun 2012 (Periode 5 Tahun ketiga)

a. Langkah I

*Pendekat Utara

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_c$$

S _o SMP / JAM H	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S SMP/JAM H
2280	1.05	0.90	1.0	1.0	1.073	0.981	2268

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 646 + (17 \times 1,3) + (1210 \times 0.2) = 910 \text{ SMP/jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 910/2268 = 0,401$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 390 \text{ SMP/jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 910/390 = 2.333$$

***Pendekat Timur**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
4200	1.05	0.96	1.0	1.0	1.036	0.965	4232

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 651 + (134 \times 1,3) + (823 \times 0.2) = 990 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 990/4232 = 0.234$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 760 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 990/760 = 1.303$$

***Pendekat Selatan**

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{cs}	F_{sf}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.88	1.0	1.0	1.026	0.935	3351

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 514 + (64 \times 1,3) + (912 \times 0.2) = 780 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 780/3351 = 0,233$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 602 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 780/602 = 1,296$$

***Pendekat Barat**

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_0 = 600 \times W_e$$

S₀ SMP / JAM H	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.93	1.0	1.0	1.075	0.968	3719

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 593 + (210 \times 1,3) + (1047 \times 0.2) = 1075 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 1075/3719 = 0.289$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 872 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 1075/872 = 1,233$$

Hasil Perhitungan Kapasitas Arus Jenuh dan Derajat Kejenuhan

PENDEKAT	ARUS JENUH DISESUAIKAN S (SMP/JAM)	KAPASITAS (C) SMP/JAM	DERAJAT KEJENUHAN (DS)
U	2268	390	2.333
T	4232	760	1.303
S	3351	602	1.296
B	3719	872	1.233

b. Langkah 2

*** Pendekat Utara**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
3.6	44.7	48.3	67

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 353 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1,34$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1219 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
107	5	112	101920

*** Pendekat Timur**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.6	37.7	39.3	55

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 157 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.004$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 994 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
64	4	68	67320

*** Pendekat Selatan**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.6	30	31.6	45

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 143 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.025$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 800 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
66	4	70	54600

*** Pendekat Barat**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.5	41.2	42.7	59

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 193 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.005$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1080 \text{ SMP/Jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
59	4	63	67725

Hasil Perhitungan Kinerja Lalulintas Pada Semua Pendekat

PENDEKAT	PANJANG ANTRIAN (M)	JUMLAH KND TERHENTI SMP / JAM	TUNDAAN TOTAL (DETIK)
U	353	1219	101920
T	157	994	67320
S	143	800	54600
B	193	1080	67725

Tundaan rata - rata seluruh simpang dari rumus (3.22)

$$DI = 291565 / 3755 = 77.65 \text{ detik / SMP}$$

Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah pada tingkat F

6.4.5 Analisis tahun 2017 (Periode 5 Tahun Keempat)

a. Langkah I

***Pendekat Utara**

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S _o SMP / JAM H	F _{cs}	F _{sf}	F _g	F _p	F _{rt}	F _{lt}	S SMP/JAM H
2280	1.05	0.90	1.0	1.0	1.073	0.981	2268

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 673 + (17 \times 1,3) + (1261 \times 0.2) = 947 \text{ SMP/jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 947/2268 = 0,418$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 390 \text{ SMP/jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 947/390 = 2.428$$

*Pendekat Timur

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
4200	1.05	0.96	1.0	1.0	1.036	0.965	4232

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 679 + (139 \times 1,3) + (857 \times 0.2) = 1031 \text{ SMP/jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 1031/4232 = 0.244$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 760 \text{ SMP/jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 1031/760 = 1.357$$

*Pendekat Selatan

Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_o = 600 \times W_e$$

S_o SMP/JAM H	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.88	1.0	1.0	1.026	0.935	3351

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 536 + (67 \times 1,3) + (950 \times 0.2) = 813 \text{ SMP/jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 813/3351 = 0,243$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 602 \text{ SMP/jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 813/602 = 1,350$$

***Pendekat Barat**

- Perhitungan Arus Jenuh

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

$$S_0 = 600 \times W_e$$

S₀ SMP/JAM H	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S SMP/JAM H
3660	1.05	0.93	1.0	1.0	1.075	0.968	3719

- Arus Lalu Lintas

$$Q = 618 + (219 \times 1,3) + (1090 \times 0.2) = 1121 \text{ SMP/Jam}$$

- Rasio Arus

$$FR = Q/S = 1121/3719 = 0.301$$

- Kapasitas

$$C = (S/c) \times g = 872 \text{ SMP/Jam}$$

- Derajat Kejenuhan

$$DS = Q/C = 1121/872 = 1,286$$

Hasil Perhitungan Kapasitas Arus Jenuh dan Derajat Kejenuhan

PENDEKAT	ARUS JENUH DISESUAIKAN S (SMP/JAM)	KAPASITAS (C) SMP/JAM	DERAJAT KEJENUHAN (DS)
U	2268	390	2.428
T	4232	760	1.357
S	3351	602	1.350
B	3719	872	1.286

b. Langkah 2

*** Pendekat Utara**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
3.8	47.9	51.7	72

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 379 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1,382$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1309 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
110	5	115	108905

*** Pendekat Timur**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.7	39.8	41.5	58

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 166 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.018$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1050 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
65	4	69	71138

*** Pendekat Selatan**

Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.7	31.3	33	47

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 149 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.027$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 835 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
67	4	71	57723

*** Pendekat Barat**

- Perhitungan jumlah kendaraan antri

NQ 1 SMP	NQ 2 SMP	NQ SMP	NQ MAX SMP
1.6	43.7	45.3	63

- Perhitungan panjang antrian

$$QL = 207 \text{ m}$$

- Perhitungan rasio kendaraan stop

$$NS = 1.023$$

- Perhitungan jumlah kendaraan terhenti

$$NSV = 1147 \text{ SMP/jam}$$

- Perhitungan tundaan

DT det/SMP	DG det/SMP	D det/SMP	Tundaan total detik
60	4	64	71744

Hasil Perhitungan Kinerja Lalulintas Pada Semua Pendekat

PENDEKAT	PANJANG ANTRIAN (M)	JUMLAH KND TERHENTI SMP / JAM	TUNDAAN TOTAL (DETIK)
U	379	1309	108905
T	166	1050	71138
S	149	835	57723
B	207	1147	71744

Tundaan rata - rata seluruh simpang dari rumus (3.22)

$$DI = 309510 / 3912 = 79.12 \text{ detik / SMP}$$

Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah pada tingkat F

6.5 Alternatif Pemecahan Masalah

Titik awal dari pemecahan masalah penelitian ini adalah dengan penambahan lebar masuk (W_{masuk}) pada Jalan Kaliurang sebelah Utara.

$W_{masuk} = W_E = 6.5$ meter, dengan variabel yang sama pada perhitungan sebelumnya diperoleh :

- Arus jenuh dasar (S_0) = $600 \times W_E = 3900$ SMP/jam hijau

Arus jenuh disesuaikan (S) = 3879 SMP/jam hijau

Arus lalu lintas (Q) = 811 SMP/jam

Kapasitas (C) = $3879 \times 22 / 128 = 667$ SMP/jam

Derajat kejenuhan (DS) = $811 / 667 = 1.22$

- Jumlah kendaraan tertinggal pada fase hijau sebelumnya (NQ_1) = 1 SMP

Jumlah kendaraan yang datang selama fase merah (NQ_2) = 24 SMP

Jumlah kendaraan antri (NQ) = 25 SMP

Jumlah maksimum kendaraan antri (NQ_{max}) = 36 SMP

- Panjang antrian (QL) = 111 meter

Rasio kendaraan stop (NS) = 0.78

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) = 633 SMP/jam

•Tundaan lalu lintas rata-rata (DT) = 49 detik/jam

Tundaan geometrik rata-rata (DG) = 3 detik/SMP

Tundaan rata-rata (D) = 52 detik/SMP

Tundaan total = DXQ = 42172 detik

Tundaan rata-rata simpang (DI) = $201422/3345 = 60.21$ detik/SMP

•Tingkat Pelayanan (LOS US - HCM 85) adalah F

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis terhadap kapasitas dan tingkat kinerja lalu lintas simpang empat Jalan Kaliurang - Jalan Lingkar Utara adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas pada kaki persimpangan saat ini sudah tidak memenuhi persyaratan. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan, pada semua kaki simpang derajat kejenuhannya lebih besar dari 0.75
2. Pada Jalan Kaliurang sebelah Utara (setelah dilakukan pelebaran jalan), derajat kejenuhannya tetap tinggi dibandingkan dengan pendekatan-pendekat lain yaitu 1.22 (lewat jenuh).
3. Tundaan rata-rata simpang 60.21 detik/smp dan kriteria tingkat pelayanan ("Level of Service") berada pada tingkat F.
4. Berdasar hasil pengamatan di lapangan, tercatat kendaraan tidak bermotor terutama sepeda roda dua cukup tinggi dibandingkan dengan standar jumlah kendaraan tidak bermotor dari MKJI 1997.

(dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 6.17)

7.2 Saran

Memperhatikan analisis dan kesimpulan, tingkat pelayanan simpang empat Jalan Kaliurang- Jalan Lingkar Utara khususnya pada pendekat Utara (setelah dilakukan peningkatan secara optimal) dari analisis pertahun semakin rendah, maka perlu direncanakan pembuatan jalan layang untuk mengurangi kepadatan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks, 1988, Teknik Jalan Raya, Edisi Empat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
2. Edward K. Morlok dan Johan K. Hainim, 1991, Pengantar Teknik dan Perencanaan Teknik Transportasi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. F.D. Hobbs, 1995, Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Edisi kedua, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
4. Manual Kapasitas Jalan Indonesian (MKJI), Februari 1997, Penerbit SWEROAD bekerjasama P.T BINA KARYA (PERSERO)
5. Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970, Direktur Jendral Bina Marga, DPU.
6. Salter, R.J, 1980, Highway Traffic Analysis and Design, The Macmillan Press LTD, London.
7. Transportation Research Board, 1985, Highway Capacity Manual, Special Report No. 209, United States of America.

LAMPIRAN

Perhitungan "Delay" Persimpangan Berdasar Formula Webster Dan Cobbe

Untuk menghitung "Delay" rata-rata tiap kendaraan pada simpang empat Jalan Kaliurang dan Jalan Lingkar Utara dihitung berdasar formula sebagai berikut:

$$d = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-x\lambda)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0.65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^2 . x^{(2+5\lambda)}$$

dengan :

d = "delay" rata-rata tiap kendaraan pada tiap pendekat persimpangan (detik/kendaraan)

c = Waktu siklus (detik)

q = Volume kendaraan tiap pendekat

λ = g/c = Perbandingan hijau efektif dengan waktu siklus

x = Tingkat kejenuhan

Tabel "delay" rata-rata tiap pendekat pada simpang empat Jalan Kaliurang dan Jalan Lingkar Utara

a). Tahun 1998

Pendekat	g	c	λ	q	x	d pendekat
U	22	128	0.172	811	2.079	68.298
T	23	128	0.179	881	1.159	54.426
S	23	128	0.179	695	1.154	54.363
B	30	128	0.234	958	1.099	50.546

"Delay" rata-rata pada persimpangan

$$d = \frac{\Sigma(d \cdot q)}{\Sigma q} = 56.66 \text{ detik/kendaraan}$$

b). Periode 5 tahun pertama

Pendekat	g	c	λ	q	x	d pendekat
U	22	128	0.172	839	2.151	69.64
T	23	128	0.179	910	1.197	54.90
S	23	128	0.179	738	1.226	55.27
B	30	128	0.234	972	1.115	50.80

"Delay" rata - rata pada persimpangan

$$d = \frac{\Sigma(d.q)}{\Sigma q} = 57.40 \text{ detik/kendaraan}$$

c). Periode 5 tahun kedua

Pendekat	g	c	λ	q	x	d pendekat
U	22	128	0.172	873	2.238	71.335
T	23	128	0.179	949	1.249	55.557
S	23	128	0.179	747	1.241	55.454
B	30	128	0.234	1032	1.183	51.923

"Delay" rata - rata pada persimpangan

$$d = \frac{\Sigma(d.q)}{\Sigma q} = 58.32 \text{ detik/kendaraan}$$

d). Periode 5 tahun ketiga

Pendekat	g	c	λ	q	x	d pendekat
U	22	128	0.172	910	2.333	73.283
T	23	128	0.179	990	1.303	56.258
S	23	128	0.179	780	1.296	56.165
B	30	128	0.234	1075	1.233	52.777

"Delay" rata - rata pada persimpangan

$$d = \frac{\Sigma(d \cdot q)}{\Sigma q} = 59.37 \text{ detik/kendaraan}$$

e). Periode 5 tahun keempat

Pendekat	g	c	λ	q	x	d pendekat
U	22	128	0.172	947	2.428	75.339
T	23	128	0.179	1031	1.357	56.976
S	23	128	0.179	813	1.350	56.882
B	30	128	0.234	1121	1.286	53.715

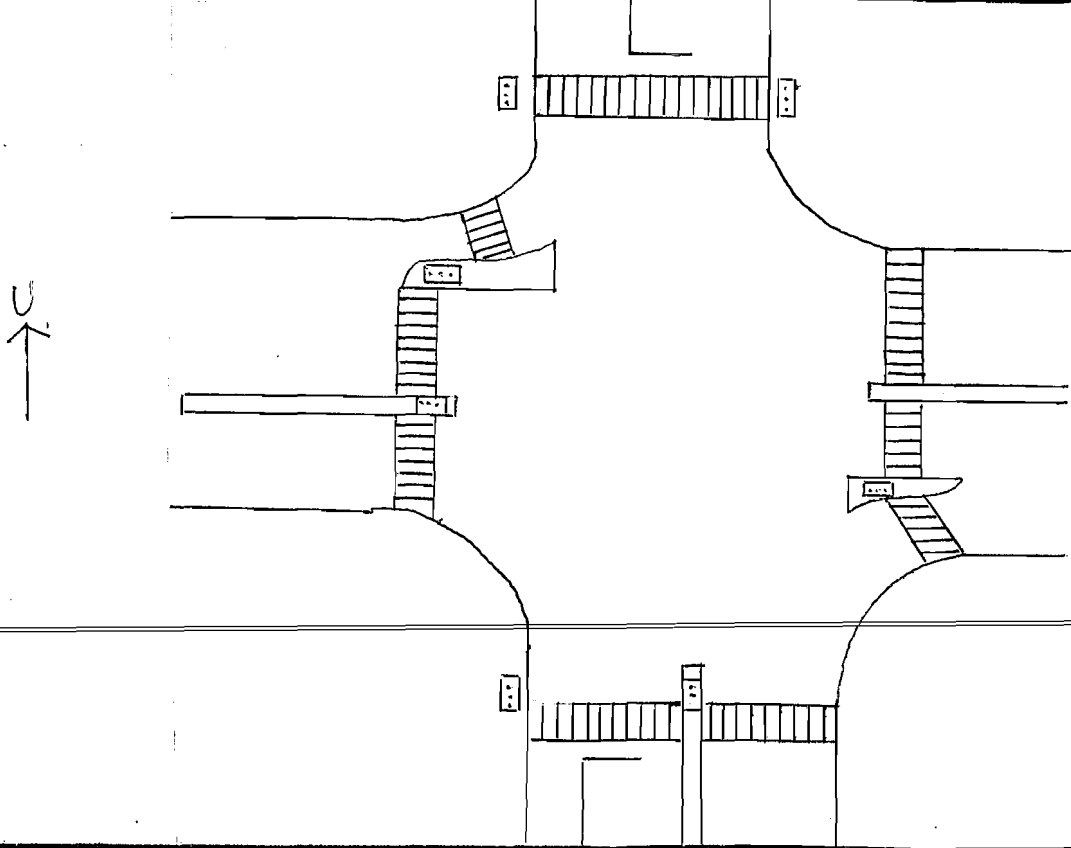
"Delay" rata - rata pada persimpangan

$$d = \frac{\Sigma(d \cdot q)}{\Sigma q} = 60.47 \text{ detik/kendaraan}$$

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 09.03.1998	Ditangani oleh: Zulfan + Yuvan
Formulir SIG-I:	Kota: Propinsi DIY	
• GEOMETRI	Simpang: Jl. Kaliurang - Jl. Lingkar Utara	
• PENGATURAN LALU LINTAS	Ukuran kota: 3,24 juta	
• LINGKUNGAN	Soal:	
	Periode: jam puncak pagi	

FASE SINYAL YANG ADA

g =	g =	g =	g =	Waktu siklus: c = 128
IG =	IG =	IG =	IG =	Waktu hilang total: LTI = Σ IG = 30



KONDISI LAPANGAN

Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok-kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W _A	Masuk W _{MASUK}	Belok kiri lang-sung W _{LTOR}	Keluar W _{KELUAR}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T		Y		7,25	3,80	3,45	6,75
T	RES	R	Y		Y		13,50	7,0	6,50	11,50
S	COM	T	Y		Y		11,0	6,30	4,70	7,85
B	RES	R	Y		Y		12,10	6,10	6,0	10,75

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 09.03.1998	Diangani oleh: Z. N. M.
Formulir SIG-II:	Kota: Proppinsi DY	Soal:
- ARUS LALU LINTAS	Simpang: Jl. Kaliurang - Jl. Lingkar Utara	Periode: jam puncak

Kode Pen-dekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												Rasio berbelok		Arus UM	
		Kendaraan ringan (LV)			Kendaraan berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan bermotor total			p lr	p rt		
		emp terlindung = 1,0 emp terlawan = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlawan = 0,4			total MV						
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		Eq.(13)	Eq.(14)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
D	L	T	86	86		13	17		131	26		230	129		0,12		17
		ST	260	260		1	1		876	175		1137	436				144
		RT	316	316		14	18		202	40		532	374		0,28		3
		Total	662	662		28	36		1209	241		1899	939				164
T	L	T	171	171		44	57		108	40		413	268		0,22		22
		ST	502	502		104	135		573	115		1179	752				39
		RT	78	78		15	20		160	32		253	130		0,14		18
		Total	751	751		163	212		931	187		1845	1150				79
S	L	T	192	192		7	9		253	51		452	252		0,25		18
		ST	338	338		16	21		688	138		1042	497				137
		RT	120	120		41	53		124	25		285	198		0,16		6
		Total	650	650		64	83		1065	214		1779	947				161
B	L	T	184	184		17	22		198	40		399	246		0,20		47
		ST	343	343		170	221		539	108		1052	672				80
		RT	185	185		17	22		393	79		595	286		0,29		39
		Total	712	712		204	265		1130	227		2046	1204				166
	L	T															
	ST																
	RT																
	Total																
	L	T															
	ST																
	RT																
	Total																
	L	T															
	ST																
	RT																
	Total																
	L	T															
	ST																
	RT																
	Total																

Formulir SIG-III

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal:	09.03.1998					
Formulir SIG-III:		Ditangani oleh:	Zunan + Yunan					
• WAKTU ANTAR HIJAU		Kota:	Propinsi DIY					
• WAKTU HILANG		Simpang:	Jl. Kalijurang - Jl. Lingkar Utara					
		Soal:						
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan $V \text{ m/det}$	Pendekat	U	T	S	B		
		Kecepatan $V \text{ m/det}$	10	10	10	10		
U	10	Jarak berangkat-datang (m) ^{*)}		40+10-5				
		Waktu berangkat-datang (det) ^{**)}		4+1-0,5			4,5	
T	10	Jarak berangkat-datang (m)			40+10-5			
		Waktu berangkat-datang (det)			4+1-0,5		4,5	
S	10	Jarak berangkat-datang (m)				40+10-5		
		Waktu berangkat-datang (det)				4+1-0,5	4,5	
B	10	Jarak berangkat-datang (m)	40+10-5					
		Waktu berangkat-datang (det)	4+1-0,5				4,5	
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
Penentuan waktu merah semua								
Fase 1 --> Fase 2							4,5	
Fase 2 --> Fase 3							4,5	
Fase 3 --> Fase 4							4,5	
Fase 4 --> Fase 1							4,5	
Waktu kuning total (3 det/fase)							12	
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)							30	

*) Dari gambar, lihat contoh gambar B-2:1

***) Waktu untuk berangkat = $(L_{ev} + l_{ev}) / V_{ev}$

Waktu untuk datang = L_{av} / V_{av}

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL KAPASITAS										Tanggal: 09.03.1998 Kota: Propinsi DIY Simpang: Jl. Kalurahan - Jl. Lingkar Utara					Ditangani oleh: Zuhri + Yumoni Soal: Periode: Jam puncak pagi							
										Distribusi arus lalu lintas (smp/jam) <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>												
Kode pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pen-dekat	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		
									Faktor-faktor penyesuaian												Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Rasio IFR
			Semua tipe pen-dekat			Hanya tipe P			So	Fcs	Fsf	Kelandaian Fc	Parkir Fp	Belok kanan Fnr	Belok kiri Flr	S	Q	Q/S	IFR	g		
			pl	pr	pt	Qrt	Qrt0	W.													Tb.C-4:1	Tb.C-4:2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
V	1	P	0,12		0,28	939		3,8	2200	1,05	0,90	1	1	1,073	0,981	2268	811	0,358		22	390	2,079
T	2	P	0,22		0,14	1150		7,0	4200	1,05	0,96	1	1	1,038	0,965	4232	881	0,208		23	760	1,159
S	3	P	0,25		0,16	947		6,3	3780	1,05	0,88	1	1	1,028	0,935	3351	695	0,207		23	602	1,154
B	4	P	0,20		0,29	1204		6,1	3660	1,05	0,93	1	1	1,075	0,968	3719	958	0,258		30	872	1,099
Waktu hilang total LTI (det)			30			Waktu siklus pra penyesuaian		c _u (det)	Eq.(29)						IFR =							
						Waktu siklus disesuaikan		c (det)	Eq.(31)		128				Σ FRcrit							

2 - 107

SIMPANG BERSINYAL
 Formulir SIG-V: PANJANG ANTRIAN
 JUMLAH KENDARAAN TERHENTI
 TUNDAAN

Tanggal: 09.03.1998
 Kota: Propinsi DIY
 Simpang: Jl. Kaliurang-Jl. Lingkar Utara
 Waktu siklus: 128

Ditangani oleh: Zunan + Yunan
 Soal:
 Periode: Jam Puncak Pagi

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)				Panjang antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N sv	Tundaan			
					NO ₁	NO ₂	Total NO ₁ +NO ₂ = NO	NO _{max}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Eq (34.1) (6)	Eq (35) (7)	Eq (37) (8)	Gb.E-2.2 (9)	Eq (38) (10)	Eq (39) (11)	Eq (40) (12)	Eq (42) (13)	Eq (43) (14)	(13)+(14) (15)	(7) x (15) (16)
U	811	390	2.079	0.172	1	37	38	54	284	2.71	964	78	8	86	69746
T	881	760	1.159	0.179	1	24	25	37	106	0.735	648	61	3	64	56352
S	695	602	1.154	0.179	1	26	27	38	121	0.979	680	62	4	66	46008
B	958	872	1.099	0.234	1	35	36	50	184	0.959	919	55	4	59	56890
LTOR (semua)	895														

Arus kor. Qkor.
 Arus total Qtot. 4238

Total: 3211
 Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp: 802.75

Total: 228996
 Tundaan simpang rata-rata (det/smp): 68.46

- Arus kor. = Arus yang dikoreksi

**SURVAI LALU LINTAS SIMPANG EMPAT
JL. KALIURANG - JL. LINGKAR UTARA**

Hari/Tanggal : Senin/09 Maret 1998

Jalan : Kaliurang Utara

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	345	0	979	152	66	1	208	22	208	4	269	16	917	0,09
08.00-09.00	260	1	876	144	86	13	131	17	316	14	202	3	940	0,09
11.00-12.00	253	0	702	27	115	12	157	5	111	4	190	14	710	0,03
12.00-13.00	251	2	641	31	112	6	188	3	118	3	176	8	696	0,03
13.00-14.00	252	1	568	28	86	5	132	2	105	6	158	2	630	0,02
15.00-16.00	211	4	629	74	95	12	162	12	92	6	164	40	618	0,09
16.00-17.00	233	3	627	71	89	11	123	15	136	6	209	37	676	0,09

Hari/Tanggal : Senin/09 Maret 1998

Jalan : Lingkar Utara Timur

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	332	79	639	97	138	24	225	20	68	17	141	21	895	0,08
08.00-09.00	502	104	573	39	171	44	198	22	78	15	160	18	1149	0,04
11.00-12.00	344	90	450	20	120	33	185	8	109	13	207	3	918	0,02
12.00-13.00	302	82	470	14	118	43	146	6	80	10	227	8	844	0,02
13.00-14.00	313	81	325	15	94	32	96	8	109	12	146	10	792	0,03
15.00-16.00	328	113	543	94	148	29	200	17	124	9	211	5	987	0,07
16.00-17.00	370	95	583	168	155	32	251	12	101	7	194	8	1006	0,11

Hari/Tanggal : Senin/09 Maret 1998

Jalan : Kaliurang Selatan

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	326	8	807	81	181	16	363	27	84	39	119	25	905	0,07
08.00-09.00	338	16	688	137	192	7	253	18	120	41	124	6	946	0,09
11.00-12.00	312	6	732	38	217	10	459	18	132	43	163	7	1009	0,03
12.00-13.00	301	1	807	32	202	9	476	12	156	40	198	4	1020	0,02
13.00-14.00	387	0	717	70	261	8	455	26	135	34	151	6	1102	0,05
15.00-16.00	322	1	826	45	221	11	540	45	156	36	165	13	1068	0,05
16.00-17.00	357	0	736	53	211	10	601	48	115	29	193	10	1040	0,05

Hari/Tanggal : Selasa/10 Maret 1998

Jalan : Kaliurang Selatan

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	321	3	852	70	184	21	370	25	84	38	118	25	938	0,06
08.00-09.00	353	10	720	129	202	9	256	22	123	41	118	7	975	0,09
11.00-12.00	313	4	813	36	213	16	471	18	128	37	160	7	1017	0,03
12.00-13.00	298	2	744	30	203	9	496	10	151	40	195	4	1005	0,02
13.00-14.00	380	1	727	72	257	9	446	29	132	32	157	6	1090	0,05
15.00-16.00	319	0	706	43	220	10	576	52	155	36	160	11	923	0,05
16.00-17.00	381	0	775	53	215	10	604	46	130	30	201	9	1094	0,05

Hari/Tanggal : Selasa/10 Maret 1998

Jalan : Lingkar Utara Barat

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	341	121	971	108	81	1	213	44	195	14	522	92	1135	0,10
08.00-09.00	347	173	630	95	172	8	206	60	169	16	399	40	1119	0,09
11.00-12.00	338	112	481	25	91	12	123	35	182	9	259	7	957	0,04
12.00-13.00	357	92	483	17	108	8	185	41	168	9	274	5	867	0,04
13.00-14.00	302	91	345	11	107	5	199	3	158	8	278	8	963	0,01
15.00-16.00	396	75	404	28	107	9	173	5	170	7	201	2	947	0,02
16.00-17.00	383	64	369	41	125	6	181	9	165	8	245	11	933	0,04

Hari/Tanggal : Rabu/11 Maret 1998

Jalan : Kaliurang Utara

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	351	0	985	148	64	1	211	28	200	4	265	13	914	0,09
08.00-09.00	271	0	864	150	77	8	126	13	256	4	125	12	843	0,10
11.00-12.00	248	1	806	19	115	8	162	6	111	3	190	14	721	0,02
12.00-13.00	258	2	665	28	117	6	189	3	114	3	167	6	708	0,02
13.00-14.00	246	1	579	35	87	5	120	5	108	5	146	2	624	0,03
15.00-16.00	223	5	550	46	97	11	141	7	93	4	134	30	604	0,07
16.00-17.00	227	3	619	115	87	10	161	17	149	6	209	18	686	0,10

Hari/Tanggal : Rabu/11 Maret 1998

Jalan : Lingkar Utara Timur

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	331	79	636	105	141	30	211	20	68	16	141	219	900	0,09
08.00-09.00	495	95	588	35	157	37	194	24	77	13	162	13	1106	0,04
11.00-12.00	339	92	453	13	120	34	189	10	111	11	218	7	920	0,02
12.00-13.00	307	86	480	11	101	40	146	7	79	9	218	9	831	0,02
13.00-14.00	326	88	310	8	102	30	112	6	110	12	149	10	821	0,02
15.00-16.00	335	111	447	40	137	32	179	6	130	8	186	9	961	0,04
16.00-17.00	371	97	593	154	128	35	236	40	106	6	192	10	989	0,12

Hari/Tanggal : Rabu/11 Maret 1998

Jalan : Kaliurang Selatan

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	323	5	854	72	186	23	372	27	86	40	120	27	953	0,06
08.00-09.00	355	12	722	131	204	11	258	24	125	43	120	9	990	0,09
11.00-12.00	315	6	815	38	215	18	473	20	130	39	162	9	1032	0,03
12.00-13.00	300	4	746	32	205	11	498	12	153	42	197	6	1020	0,02
13.00-14.00	382	3	729	74	259	11	448	31	134	34	159	8	1105	0,05
15.00-16.00	321	0	708	45	222	12	578	53	157	38	162	13	1055	0,05
16.00-17.00	383	0	777	55	222	12	606	48	127	32	203	11	1106	0,05

Hari/Tanggal : Rabu/11 Maret 1998

Jalan : Lingkar Utara Barat

Cuaca : Cerah

WAKTU	LURUS				BELOK KIRI				BELOK KANAN				JUMLAH (SMP)	Rasio Kendaraan tidak bermotor
	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
07.00-08.00	349	111	980	118	80	1	212	51	190	18	461	85	1119	0,11
08.00-09.00	336	166	651	86	187	17	200	47	190	12	397	40	1216	0,08
11.00-12.00	334	116	474	25	116	11	135	42	190	9	271	9	999	0,05
12.00-13.00	356	82	478	18	109	7	169	49	151	7	268	11	924	0,05
13.00-14.00	305	95	359	12	99	5	214	13	153	8	244	7	861	0,01
15.00-16.00	392	85	367	18	107	8	196	8	167	7	205	7	950	0,02
16.00-17.00	403	59	393	66	129	4	191	27	158	6	235	9	944	0,06