

TUGAS AKHIR
ANALISIS TINGKAT PELAYANAN LALU LINTAS
PADA PERSIMPANGAN BAREK - KENTUNGAN
JALAN KALIURANG
YOGYAKARTA



Disusun oleh :

Koko Sri Handoko

No. Mhs. : 87 310 141
NIRM : 87 5014330 127

Yus Hardiono

No. Mhs. : 87 310 172
NIRM : 87 5014330 222

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TINGKAT PELAYANAN LALU LINTAS
PADA PERSIMPANGAN BAREK - KENTUNGAN
JALAN KALIURANG
YOGYAKARTA**

**Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Dalam Memperoleh
Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta**

Disusun oleh :

Koko Sri Handoko

**No. Mhs. : 87 310 141
NIRM : 87 5014330 127**

Yus Hardiono

**No. Mhs. : 87 310 172
NIRM : 87 5014330 222**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1996**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS TINGKAT PELAYANAN LALU LINTAS
PADA PERSIMPANGAN BAREK - KENTUNGAN
JALAN KALIURANG
YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Koko Sri Handoko

No. Mhs. : 87 310 141

NIRM : 87 5014330 127

Yus Hardiono

No. Mhs. : 87 310 172

NIRM : 87 5014330 222

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

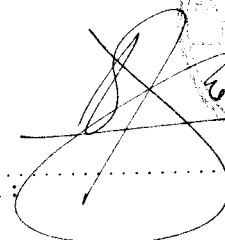
Ir. H. Balya Umar, MSc
Dosen Pembimbing I



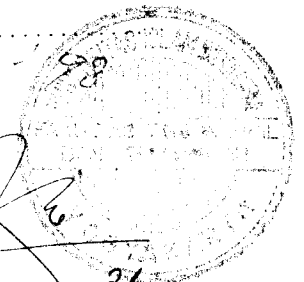
Tanggal : 26-8-1998

Ir. Corry Ja'cob, MS
Dosen Pembimbing II

Tanggal :



26
8 98



Kupersembahkan Tugas Akhir Ini

Kepada :

Ayahanda, Ibunda dan Adik-adiku Tersayang.
Adik *Herny Oktavia* & Adik *Meidiyani* Yang Tercinta.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ عَلَى كُلِّ مَوْجٍ وَرَحْمَةً اللَّهُ وَبَرَكَاتُهُ

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT tugas akhir ini dapat kami selesaikan dengan baik, meskipun masih banyak kekurangan sehingga hasil yang didapatkan belum memuaskan.

Tugas ini kami susun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil setingkat S1 pada jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan tugas akhir ini mengambil judul Analisa Tingkat Pelayanan Lalu-Lintas Pada Persimpangan Berek - Kentungan Jalan Kaliurang Yogyakarta Yang terbagi dalam beberapa bagian seperti diuraikan dibawah ini :

- BAB I : PENDAHULUAN
- BAB II : TINJAUAN PUSTAKA
- BAB III : LANDASAN TEORI
- BAB IV : HIPOTESIS
- BAB V : METODE PENELITIAN
- BAB VI : PENGUMPULAN DAN PENYAJIAN DATA
- BAB VII : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

BAB VIII : KESIMPULAN DAN SARAN

Serta berisi beberapa lampiran data yang mendukung tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Susastrawan, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. Bambang Sulistiono, MSCE. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. H. Balya Umar, MSc. selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
4. Ir. Corry Ja'cob, MS. selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
5. Ir. Lalu Makruf, selaku dosen penguji tugas akhir.
6. Ir. Sigit dari Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya, Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Kepada ayahanda, ibunda serta adik-adik yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moril dan spirituil.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penyusun hanya dapat berdoa semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan yang telah per.yusun terima, Amin.

Penyusun juga menyadari bahwa tugas akhir ini, meskipun penyusun telah berusaha tapi masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami

mohon maaf dan mohon kritik serta saran demi sempurnanya tugas akhir ini.

Akhir kata diharapkan agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, Juni 1996

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Pengumpulan Data	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Persimpangan Dengan Lampu Lalu-Lintas	5
2.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas dan Tingkat Pelayanan.....	6
2.2.1. Kondisi Fisik dan Operasi	6
2.2.2. Lingkungan	8
2.2.3. Karakteristik Lalu-lintas	9
2.2.4. Tolok Ukur Pengendalian	11
2.3. Gerakan Lalu-Lintas Yang Terkoordinasi.....	12
2.3.1. Sistem Serentak	12
2.3.2. Sistem Berganti-ganti	12
2.3.3. Sistem Progresif Terbatas (<i>Limited progressive system</i>)	13
2.3.4. Sistem Progresif Fleksibel (<i>fleksible progressive system</i>).....	13
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1. Kapasitas Persimpangan Jalan.....	15
3.2. Tingkat Pelayanan Persimpangan Jalan.....	18
3.3. Hubungan Kapasitas Dengan Tingkat Pelayanan	21
3.4. <i>Peak Hour Factor</i> Pada Persimpangan Jalan	22
3.5. Pengaturan <i>Cycle Time</i>	23
3.6. Panjang Waktu Penurunan Tingkat Pelayanan.....	24
3.7. Koordinasi Rambu-Rambu Lalu-Lintas (<i>Coordination of Traffic Signals</i>)	27
3.7.1. Keuntungan-Keuntungan.....	27
3.7.2. Tujuan Sistem Rambu	28
3.7.3. Faktor-Faktor Yang Mengurangi Keuntungan	29
3.7.4. Perkecualian Pada Skema Yang Terkoordinir	30
3.7.5. Diagram Jarak - Waktu dan <i>Offset Modern</i>	30
3.8. Istilah-Istilah Yang Dipakai Dalam Pengoperasian Lampu Lalu-Lintas.....	31

BAB IV	HIPOTESIS	33
BAB V	METODE PENELITIAN	
	5.1. Pemilihan Lokasi	34
	5.2. Parameter	35
	5.3. Metode Pengumpulan Data.....	36
	5.3.1. Pengumpulan Data Lapangan.....	36
	5.3.2. Syarat-Syarat Pengumpulan Data	37
BAB VI	PENGUMPULAN DAN PENYAJIAN DATA	
	6.1. Perhitungan Arus atau Volume Lalu-Lintas Pada Kaki Persimpangan.....	40
	6.2. Jumlah Lajur, Lebar Jalan Dan Arah Arus Lalu-Lintas	46
	6.3. <i>Cycle Time</i> Pada <i>Traffic Light</i>	48
	6.3.1. Lampu Lalu-Lintas Pada Persimpangan Berek	48
	6.3.2. Lampu Lalu-Lintas Pada Persimpangan Kentungan	49
	6.4. Pengamatan Kecepatan dan Jarak Antara Persimpangan.....	90
BAB VII	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	7.1. Analisis Persimpangan	52
	7.1.1. Uraian Data	52
	7.1.2. Perhitungan Penyesuaian Volume (<i>Volume Adjustment</i>).....	56
	7.1.3. Penyesuaian (<i>Modul</i>) Standar Kejenuhan Aliran	58
	7.1.4. Analisis Kapasitas (<i>Capacity Analisis</i>)	59
	7.1.5. Perhitungan Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>)	61
	7.2. Koordinasi Antar Kedua <i>Traffic Light</i>	65
	7.3. Pemecahan Masalah	67
	7.3.1. Pada Persimpangan Berek.....	67
	7.3.2. Pada Persimpangan Kentungan	69
	7.3.3. Koordinasi Antar Kedua <i>Traffic Light</i>	72
	7.4. Panjang Waktu Penurunan Tingkat Pelayanan.....	74
BAB VIII	KESIMPULAN DAN SARAN	
	8.1. Kesimpulan	78
	8.2. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	82
PENUTUP	83
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Nama Tabel	Hal
3.1	Kriteria Tingkat pelayanan untuk persimpangan dengan <i>traffic light</i>	18
6.1	Angka konversi kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor ke nilai PCU atau SMP (Satuan Mobil Penumpang)	37
6.2	Data geometrik pada persimpangan Berek	42
6.3	Data geometrik pada persimpangan Kentungan	42
7.1	Volume lalu-lintas pada persimpangan Berek di ruas jalan Teknika	46
7.2	Volume lalu-lintas pada persimpangan Berek di ruas jalan Agro	47
7.3	Volume lalu-lintas pada persimpangan Berek di ruas jalan Kaliurang sisi Selatan	47
7.4	Volume lalu-lintas pada persimpangan Berek di ruas jalan Kaliurang sisi Utara	47
7.5	Volume lalu-lintas pada persimpangan Kentungan di ruas jalan Ring Road Barat	47
7.6	Volume lalu-lintas pada persimpangan Kentungan di ruas jalan Ring Road Timur	47
7.7	Volume lalu-lintas pada persimpangan Kentungan di ruas jalan Kaliurang sisi Selatan	47
7.8	Volume lalu-lintas pada persimpangan Kentungan di ruas jalan Kaliurang sisi Utara	47

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Nama Gambar	Hal
6.1	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 12.00-14.00) untuk arah Barat pada persimpangan Barek	38
6.2	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 07.00-09.00) untuk arah Utara pada persimpangan Barek	38
6.3	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 07.00-09.00) untuk arah Timur pada persimpangan Barek	39
6.4	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 12.00-14.00) untuk arah Selatan pada persimpangan Barek	39
6.5	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 07.00-09.00) untuk arah Barat pada persimpangan Kentungan	40
6.6	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 07.00-09.00) untuk arah Utara pada persimpangan Kentungan	40
6.7	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 12.00-14.00) untuk arah Timur pada persimpangan Kentungan	41
6.8	Volume lalu-lintas tertinggi dalam SMP (jam 12.00-14.00) untuk arah Selatan pada persimpangan Kentungan	41
6.9	Phase pada persimpangan Barek	43
6.10	Phase pada persimpangan Kentungan	44
7.1	Ilustrasi koordinasi antar dua persimpangan dengan menggunakan <i>Traffic Light</i> pada pengamatan	60
7.2	Ilustrasi koordinasi antar dua persimpangan dengan menggunakan <i>Traffic Light</i> setelah <i>redesign</i>	67

DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran
1	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Berek dari arah Utara
2	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Berek dari arah Timur
3	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Berek dari arah Selatan
4	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Berek dari arah Barat
5	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Kentungan dari arah Utara
6	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Kentungan dari arah Barat
7	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Kentungan dari arah Selatan
8	Perhitungan kepadatan lalu-lintas pada persimpangan Kentungan dari arah Timur
9	<i>"Input Worksheet"</i> pada persimpangan Berek
10	<i>"Volume Adjustment Worksheet"</i> pada persimpangan Berek
11	<i>"Saturation Flow Adjustment Worksheet"</i> pada persimpangan Berek
12	<i>"Capacity Analysis Worksheet"</i> pada persimpangan Berek
13	<i>"Level of Service Worksheet"</i> pada persimpangan Berek
14	<i>"Input Worksheet"</i> pada persimpangan Kentungan
15	<i>"Volume Adjustment Worksheet"</i> pada persimpangan Kentungan
16	<i>"Saturation Flow Adjustment Worksheet"</i> pada persimpangan Kentungan
17	<i>"Capacity Analysis Worksheet"</i> pada persimpangan Kentungan

- 18 *"Level of Service Worksheet"* pada persimpangan Kentungan
- 19 *"Input Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Barek
- 20 *"Volume Adjustment Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Barek
- 21 *"Saturation Flow Adjustment Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Barek
- 22 *"Capacity Analysis Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Barek
- 23 *"Level of Service Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Barek
- 24 *"Input Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Kentungan
- 25 *"Volume Adjustment Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Kentungan
- 26 *"Saturation Flow Adjustment Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Kentungan
- 27 *"Capacity Analysis Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Kentungan
- 28 *"Level of Service Worksheet"* setelah jalan diperlebar dan *cycle time*-nya dirubah pada persimpangan Kentungan
- 29 Harga baku yang dipakai dalam operasi analisis dan faktor manfaat lajur
- 30 Faktor penyesuaian untuk lebar lajur, faktor penyesuaian untuk kendaraan berat dan faktor penyesuaian untuk kemiringan jalan
- 31 Faktor penyesuaian kendaraan parkir, faktor penyesuaian untuk bus yang berhenti per jam dan faktor penyesuaian tipe daerah
- 32 faktor penyesuaian untuk belok kiri dan faktor penyesuaian pergerakan
- 33 Perhitungan faktor belok kanan pada persimpangan barek
- 34 Perhitungan faktor belok kanan pada persimpangan Kentungan
- 35 Peta Lokasi

INTISARI

Bertambahnya pemilikan suatu jenis kendaraan maka harus diimbangi dengan adanya prasarana jalan raya yang memadai agar pelayanan jalan tersebut dapat sesuai dengan perencanaan dan umur rencana. Sesuai dengan pembatasan masalah, maka yang kami tinjau adalah tingkat pelayanan dan koordinasi antara persimpangan Berek - Kentungan yang berhubungan dengan waktu penundaan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pelayanan pada persimpangan tersebut yang mengakibatkan tertundanya waktu perjalanan sehingga biaya operasional menjadi meningkat. Juga memberikan pemecahan masalah yang diarahkan pada pengaturan lampu lalu-lintas dan pelebaran jalan pada daerah pendekat persimpangan tersebut.

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah volume lalu-lintas jam sibuk di masing-masing kaki persimpangan dan kondisi lampu lalu-lintas yang ada sekarang.

Hasil analisis menunjukkan tingkat pelayanan F dan tidak menunjukkan adanya koordinasi yang baik, sehingga pemecahan masalah harus dilakukan. Pemecahan masalah yang berupa pelebaran jalan pada lajur pendekat, pengaturan ulang waktu hijau pada masing-masing persimpangan dan pelarangan parkir pada lajur pendekat persimpangan Berek sebelah utara, menjadikan tingkat pelayanan dari F ke D pada persimpangan Berek dan dari F ke E pada persimpangan Kentungan. Pemecahan masalah tersebut menjadikan waktu penundaan rata-rata pada persimpangan Berek 28,331 detik per kendaraan dan pada persimpangan Kentungan 56,07 detik per kendaraan. Tetapi koordinasi antar lampu lalu-lintas masih tetap seperti semula, dimana kendaraan yang bergerak melewati phase hijau dari persimpangan Kentungan dengan kecepatan konstan 45 km/jam, belum tentu bisa melewati persimpangan Berek tanpa terhenti oleh lampu merah. Begitu juga dari arah yang berlawanan. Hal ini dikarenakan panjang waktu putaran ("Cycle Time") lampu lalu-lintas pada kedua persimpangan yang ada pada masing-masing persimpangan tidak sama. Tetapi dari hasil-hasil diatas masih bisa memberikan prasarana yang menunjang kelancaran arus lalu-lintas dan diharapkan untuk dapat mengimbangi pertumbuhan lalu-lintas selama kurang lebih 1 tahun mendatang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan suatu kota merupakan salah satu akibat dari pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ruang kota merupakan tuntutan dan sekaligus jawaban dari perkembangan penduduk maupun kegiatan kemasyarakatan yang semakin sulit dikendalikan. Akibat perkembangan aktifitas masyarakat tersebut akan menimbulkan persoalan-persoalan tersendiri, antara lain :

1. Adanya fungsi ganda penggunaan lahan dalam hal penempatan jenis kegiatan,
2. Tingkat pelayanan prasarana transportasi yang rendah akan mengakibatkan berkurangnya kenyamanan berlalu-lintas.

Yogyakarta disamping sebagai Ibukota propinsi yang cukup padat jumlah penduduknya dikenal juga sebagai pusat pendidikan, kebudayaan dan kota tujuan wisata, sehingga pertambahan penduduk disetiap tahunnya meningkat dengan pesat. Hal ini mengakibatkan bertambahnya angka pemilikan kendaraan, dikarenakan adanya tuntutan kebutuhan akan alat angkut (kendaraan) dari masyarakat yang semakin maju untuk mendukung aktivitasnya.

Dengan bertambahnya angka pemilikan kendaraan tentu saja akan berpengaruh terhadap kelancaran arus lalu-lintas yang ada. Akan tetapi

bertambahnya kepemilikan kendaraan dan perkembangan aktivitas masyarakat kurang terimbangi dengan sarana dan prasarana yang ada, sehingga arus gerak atau aktivitas masyarakat tersebut belum terdukung, baik dari segi kualitas maupun kuantitas suatu jalan. Hal ini dapat terlihat pada saat terjadi kemacetan dan keterlambatan perjalanan terutama pada persimpangan-persimpangan jalan pada jam-jam tertentu (jam sibuk).

Arus lalu-lintas yang lancar dan efektif serta efisien sangat menentukan keberhasilan pembangunan untuk tercapainya kesejahteraan bagi seluruh rakyat dan bangsa Indonesia. Karena itu masalah yang ditimbulkan dari transportasi atau lalu-lintas juga diakibatkan dari tingkah laku banyak pihak. Hal ini mengakibatkan masalah transportasi menjadi sangat rumit, sehingga untuk menanggulangnya diperlukan partisipasi dari banyak pihak dan perlu adanya studi atau analisis lalu-lintas untuk mengetahui kemampuan pelayanan terhadap lalu-lintas yang ada, sehingga bisa dicari alternatif pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan pelayanan jalan tersebut.

Dari serangkaian penguraian tersebut diatas yang menjadikan dasar penulis memilih studi : "Analisis Tingkat Pelayanan Lalu-lintas pada Persimpangan Berek-Kentungan Jalan Kaliurang Yogyakarta" dalam tugas akhir.

1.2. BATASAN MASALAH

Guna memperjelas dan mempertegas penelitian tugas akhir ini maka perlu diketengahkan beberapa batasan masalah sebagaimana berikut ini :

1. Masalah yang ditinjau adalah masalah tingkat pelayanan lalu-lintas, berdasarkan waktu penundaan.
2. Mengetahui koordinasi lampu lalu-lintas antar 2 persimpangan.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan penulisan penelitian ini adalah untuk meninjau kembali tingkat pelayanan jalan (pada persimpangan) terhadap arus lalu-lintas sekarang, sejauh mana kemampuan jalan dalam memberi pelayanan lalu-lintas masih baik atau sudah menurun sesuai dengan kondisi jalan dan rambu-rambu yang ada serta koordinasi lampu lalu-lintas yang berhubungan dengan waktu penundaan.

1.4. PENGUMPULAN DATA

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan data penunjang guna kelengkapan penyelesaian masalah. Data tersebut adalah data Primer dan data Sekunder. Yang dimaksud dengan data Primer adalah data yang didapat dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, sedang data Sekunder adalah data yang didapatkan dari instansi-instansi yang pernah melakukan survey, penelitian dan menyimpan arsip yang berhubungan dengan lalu-lintas yang dimaksud.

Cara pengumpulan data dilakukan sebagai berikut :

1. mendapatkan data primer dengan mengadakan pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan yang berupa data :
 - a. Perhitungan volume lalu-lintas di persimpangan Barek - Kentungan pada waktu jam sibuk (jam 07.00-09.00, jam 12.00-14.00, dan jam 16.00-18.00)
 - b. Pengukuran lebar, panjang dan jumlah jalur pada jalan di persimpangan Barek - Kentungan.
 - c. Pencatatan kondisi geometrik di persimpangan Barek - Kentungan yang berupa lebar jalur pendekat, ada atau tidak pedestrian dan aktifitas parkir
 - d. Pencatatan *traffic signal* yang berupa jumlah fase serta *cycle time* untuk masing-masing fase di persimpangan Barek - Kentungan.
 - e. Pengamatan fasilitas lain yang berupa rambu-rambu lalu-lintas yang ada disekitar daerah penelitian.
2. Mendapatkan data Sekunder yaitu data penelitian dan survey dari instansi yang berwewang serta wawancara. Data Sekunder yang diambil sebagai penunjang data Primer yaitu mengenai panjang jalan, lebar jalan, arah arus lalu-lintas, serta *peak time* di kedua persimpangan tersebut.

Dengan data tersebut diharapkan dapat terselesaikan penelitian ini dengan baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PERSIMPANGAN DENGAN LAMPU LALU-LINTAS

Volume kendaraan yang dapat ditampung oleh suatu jalan lebih ditentukan oleh kapasitas persimpangan pada jalan tersebut dibandingkan oleh kapasitas jalan itu sendiri. Diantara dua persimpangan, jalan dibebani lalu-lintas yang cukup besar sehingga hampir tidak ada ruang kosong. Pada persimpangan biasanya lalu-lintas diatur oleh lampu lalu-lintas, sehingga tanpa lampu lalu-lintas seluruh lalu-lintas akan mengalami kemacetan.

“Kapasitas lajur selebar 3,60 m adalah 2000 kendaraan per jam”. Untuk mencapai keadaan ini diperlukan kecepatan operasi sebesar 50 km/jam atau lebih. Menjelang persimpangan jalan, kapasitas jalan setiap jam lampu hijau hanya dapat dicapai dengan rambu-rambu lainnya yang dikoordinasikan secara tepat. Umumnya kapasitas maksimum dapat dicapai bila selang waktu lampu hijau dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh semua kendaraan yang menunggu sebelumnya. Berdasarkan beberapa pengamatan, setiap lajur selebar 3,60 m dapat dilalui kendaraan setiap 2,1 detik selama lampu hijau pada kecepatan 15 sampai 25 km/jam. Keadaan ini dapat dipenuhi bila kendaraan yang akan bergerak tidak diganggu oleh adanya kendaraan lain yang memutar, pejalan kaki, atau gangguan lain.

Berarti setiap lajur selebar 3,60 m dapat menampung volume lalu-lintas sebesar 1700 kendaraan tiap jam lampu hijau.

Harga rata-rata sebesar 2,1 detik per kendaraan adalah berdasarkan kondisi aktual yang terlalu disederhanakan. Pada keadaan sebenarnya, selang waktu kendaraan pertama adalah 3 detik, yang selanjutnya akan berkurang dengan cepat. Selain itu, adanya pengemudi yang melanggar fase lampu kuning akan meningkatkan kapasitas secara menyeluruh. Atas dasar itu semua TRB (*Transportation Research Board*) circular 212 menetapkan harga sebesar 1800 mobil penumpang per jam untuk kapasitas lajur sebesar 3,60 m. (Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks, *Teknik Jalan Raya. hal 290-291*, Tahun 1988).

2.2. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN

Manual membagi faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan kedalam empat kategori, yaitu :

1. Kondisi fisik dan operasi
2. Lingkungan
3. Karakteristik lalu-lintas
4. Tolok ukur pengendalian

Masing-masing kategori ini dibagi lagi kedalam dua atau lebih sub kategori.

2.2.1 Kondisi Fisik Dan Operasi

1. Lebar Jalan Pada Persimpangan.

Untuk jalan satu arah, *manual* menyatakan kapasitas jalan yang menuju persimpangan dengan lebar yang diukur dari permukaan kerb sampai permukaan kerb lainnya. Pada jalan dua arah, yang dimaksud adalah jarak dari permukaan kerb sampai garis pembagi dengan garis lalu-lintas yang berlawanan arah atau median. Sebenarnya jumlah lajur merupakan tolok ukur yang lebih dari pada lebar jalan, dan juga adanya marka jalan ternyata mempunyai pengaruh pada kapasitas. Dalam setiap kejadian, ukuran lebar jalan mempunyai kaitan dengan kapasitas yang diamati serta perilaku lalu-lintas sehingga masih dapat dipergunakan.

2. Kondisi Parkir.

Manual memberikan harga kapasitas yang berbeda untuk jalan dan tanpa tempat pemberhentian. Bila dalam jarak sepanjang 75,75 m dari sebuah persimpangan terdapat tempat parkir, maka jalan tersebut biasanya diklasifikasikan sebagai "dengan tempat parkir" (*with parking*) karena sangat mempengaruhi kapasitas. Ada pengecualian pada jalan yang hanya memiliki prosentase waktu "hijau" yang kecil pada sebuah persimpangan. Pengaruh dari kendaraan yang parkir diatas lebar efektif jalan sering kali jauh lebih besar dari pada banyaknya ruang yang dipergunakan. Seorang pengemudi yang merasa khawatir akan terjadinya gerakan kendaraan lain atau terbukanya pintu secara mendadak dapat menyebabkan hilangnya lebar jalan sebesar 3,60 sampai 4,24

m, kecuali bila jalannya sempit dan volumenya tinggi, dimana efek ini jauh berkurang.

3. Jalan Satu Arah Versus Jalan Dua Arah.

Perbedaan karakteristik operasi antara jalan satu arah dan dua arah sangat mempengaruhi kapasitas. Namun demikian, perbandingan langsung tentang kapasitas memang tidak memadai, karena analisis menyeluruh menunjukkan bahwa pengoperasian dalam beberapa kasus terasa lebih menguntungkan.

2.2.2. Kondisi lingkungan

1. Faktor Beban.

Faktor beban adalah bilangan untuk menentukan tingkat pelayanan suatu jalan dengan cara mengukur penggunaan jalan yang menuju persimpangan selama 1 jam arus lalu-lintas pada kondisi puncak (*peak traffic flow*). Secara spesifik, faktor beban adalah perbandingan antara jumlah lampu hijau yang dipergunakan secara penuh dengan jumlah fase lampu hijau seluruhnya yang tersedia. Penggunaan "faktor beban" sebagai indikator tingkat pelayanan sebenarnya kurang tepat karena tidak dapat memberikan gambaran selengkapnya dalam lampu lalu-lintas yang digerakkan oleh lalu-lintas (*traffic-actuated*) atau dikordinasi (*coordinated*) atau pada saat persimpangan itu terlalu sarat kendaraan. Penemuan terbaru dengan jalan membandingkan beberapa hasil pengamatan secara manual dengan gambar gerakan yang diambil dengan selang waktu (*timelapse motion picture*) menunjukkan bahwa

pengamatan secara manual mengenai kelambatan pada jalan menuju persimpangan adalah pengukuran yang cukup efektif atas efisiensi persimpangan dan sekaligus tingkat pelayanannya.

2. Faktor Jam Sibuk.

Faktor jam sibuk menunjukkan bahwa arus lalu-lintas tidak selalu konstan selama satu jam penuh. Dalam analisis tentang kapasitas dan tingkat pelayanan sebuah persimpangan, biasanya faktor jam sibuk ditetapkan berdasarkan periode 15 menit. Batas minimum dan maksimum hasil pengamatan adalah 0,47 sampai 1,00, umumnya 0,85 sampai 0,9. Jalan arteri utama dikawasan metropolitan yang besar biasanya memiliki faktor jam sibuk yang rendah. Harga-harga faktor jam sibuk ini biasanya ditentukan secara terpisah untuk tiap-tiap kaki persimpangan.

2.2.3. Karakteristik lalu-lintas

1. Gerakan Membelok.

Gerakan membelok dapat mempengaruhi besarnya kapasitas. *Manual* memberikan prosedur untuk menghitungnya, beberapa pengaruh yang diberikan adalah :

- a. Pengaruh pada kapasitas untuk setiap kendaraan yang membelok akan berkurang bila jumlah kendaraan yang membelok meningkat,
- b. Pada jalan dua arah, pengaruh kendaraan yang membelok kekanan berhubungan dengan jumlah kendaraan dari arah yang berlawanan,
- c. Pengaruh gerakan membelok kekiri, terhadap kapasitas tergantung pada konflik dengan arus pejalan kaki,

- d. Kendaraan-kendaraan yang membelok menyebabkan pengurangan kapasitas yang relatif lebih besar pada jalan yang sempit dibanding pada jalan yang lebar,
- e. Jalan memotong yang lebih besar dapat meningkatkan kapasitas karena belokan kekanan dapat dilakukan lebih mudah, menyediakan ruang yang lebih luas dan meningkatkan kecepatan gerakan. Pengaruh lebar jalan yang memotong pada belokan kekiri sangat bervariasi; tergantung pada faktor-faktor seperti jari-jari tikungan dan gerakan pejalan kaki,
- f. Perlengkapan lajur terpisah untuk belokan kekanan, yang mungkin dilengkapi dengan fase lampu lalu-lintas tersendiri, akan memberikan pengaruh yang besar pada kapasitas sehingga memerlukan analisis khusus.

2. Truk Dan Bis Yang Berjalan Lurus.

Truk dan bis yang berjalan lurus yang tidak dijadwalkan berhenti didekat persimpangan akan mengurangi kapasitas karena menempati ruang yang lebih luas dan memiliki tingkat percepatan yang lebih rendah dibandingkan mobil penumpang, sementara truk atau bis dianggap sebagai beberapa buah mobil penumpang (SMP). Menurut HCM '85 nilai SMP ini akan dipengaruhi oleh:

- a. Tipe jalan
- b. Besar dan panjang tanjakan
- c. Kekuatan truk dan tingkat pelayanan yang dikehendaki

3. Bis Angkutan Kota.

Manual dan TRB (*Transportation Research Board*) *Circular 212* memberikan data mengenai pengaruh bis angkutan lokal yang dijadwalkan

berhenti dekat persimpangan terhadap kapasitas jalan pada persimpangan. Faktor-faktor penting itu meliputi :

- a. Peningkatan volume bis mengurangi kapasitas secara proporsional menurut jumlahnya
- b. Pengaruh bis pada kapasitas ternyata lebih besar pada tempat-tempat yang sering mengalami kemacetan didaerah pusat bisnis (*Central Bisnis District*),
- c. Prosentase penurunan kapasitas berbanding terbalik dengan lebar jalan yang ada,
- d. Lokasi pemberhentian bis sangat mempengaruhi kapasitas. Lokasi sebelum persimpangan umumnya lebih baik untuk operasi bis yang lebih cepat, karena kegiatan memuat dan menurunkan penumpang dapat dilakukan sambil menunggu lampu lalu-lintas berubah hijau. Tetapi, apabila didaerah itu terdapat juga fasilitas parkir, kapasitas jalan pada persimpangan akan sangat berkurang.

2.2.4. Tolok Ukur Pengendalian

Rambu henti atau lampu lalu-lintas adalah pengatur lalu-lintas terpenting dalam pengoperasian jalan, terutama pada persimpangan-persimpangan jalan karenanya diperlukan tolok ukur tertentu terhadap lampu lalu-lintas dan faktor-faktor pendukungnya untuk menjamin tetap lancarnya arus lalu-lintas seperti apa yang diharapkan semua pihak.

(Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks, *Teknik Jalan Raya*, hal 291-296 dan 410, tahun 1988)

2.3. GERAKAN LALU-LINTAS YANG TERKOORDINASI

Sinyal lalu-lintas dengan siklus waktu tetap sepanjang jalan atau disuatu area biasanya bertujuan memungkinkan sekelompok kendaraan berjalan bersama tanpa berhenti. Volume lalu-lintas dengan koordinasi sinyal dan selang waktu yang baik dengan berbagai cara diperkirakan berkisar antara 757,57 m sampai lebih dari 1,5 km, ternyata sangat efektif dalam menghasilkan arus lalu-lintas yang lancar. Dilain pihak, bila jalan dipenuhi kendaraan sampai mencapai batas kapasitas, koordinasi sinyal biasanya kurang efektif dalam menghasilkan aliran yang lancar.

Empat buah sistem koordinasi yaitu :

- a. Serentak (*simultaneous*)
- b. Berganti-ganti (*alternate*)
- c. Progresif terbatas (*limited - progressive*) dan
- d. Progresif fleksibel (*flexible progressive*)

Masing-masing sistem koordinasi tersebut dijelaskan sebagai berikut :

2.3.1. Sistem Serentak

Semua indikasi warna pada suatu jalan menyala pada saat yang sama. Karena kesalahan ini dan kekurangan lainnya, sistem ini jarang digunakan lagi sekarang.

2.3.2. Sistem Berganti-ganti (*alternate system*)

Adalah sistem dimana semua indikasi sinyal berganti pada waktu yang sama, tetapi sinyal atau kelompok sinyal pada jalan tertentu di dekatnya memperlihatkan warna yang berlawanan. Sistem ini bekerja baik pada

jalan tunggal dengan jarak antar blok yang hampir sama. selain itu juga terbukti efektif untuk mengatur lalu-lintas di jalan pusat kota yang terletak beberapa blok didekatnya, tetapi hanya bila panjang blok hampir sama dengan di kedua jurusannya. Pada sistem berganti-ganti di daerah yang luas, indikasi siklus hijau dan merah harus sama panjang. Pembagian siklus seperti ini memadai untuk perpotongan dua buah jalan utama, tetapi akan memberi waktu hijau yang terlalu panjang pada lajur minor yang memotong arteri utama. Kerugian lainnya adalah pada jalan dengan volume lalu-lintas besar, bagian akhir kelompok kendaraan terpaksa beberapa kali berhenti dan bahwa pengaturan pada kondisi lalu-lintas yang berubah-ubah merupakan hal yang sulit.

2.3.3. Sistem Progresif Terbatas (*limited-progressive system*)

Berpedoman pada panjang siklus yang umum tapi dilengkapi dengan indikasi sinyal "jalan" secara terpisah pada tiap persimpangan guna menyesuaikan gerakan lalu-lintas. Sistem ini memungkinkan terjadinya arus kelompok kendaraan yang lancar atau hampir lancar sesuai kecepatan rencana pada paling tidak satu jurusan serta menghalangi kecepatan kendaraan di antara dua sisinya. Lampu yang kelap kelip dapat diganti dengan indikasi sinyal normal bila volume lalu-lintas berkurang.

2.3.4. Sistem Progresif Fleksibel (*flexible-progressive system*)

Memiliki mekanisme pengendalian induk yang mengatur pengendali pada tiap sinyal. Pengaturan ini tidak hanya memberikan koordinasi yang baik

diantara sinyal-sinyal, tetapi juga memungkinkan perubahan panjang siklus, pembagian siklus, dan pengganti kerugian pada interval disepanjang hari. Contohnya, panjang siklus seluruh sistem dapat diperpanjang pada jam sibuk untuk mengurangi kehilangan waktu. Lampu kelip dapat digunakan bila sinyal lalu-lintas normal tidak diperiukan. Selain itu perubahan pengaturan waktu sinyal yang berturut-turut dapat dilakukan guna memenuhi gerakan lalu-lintas yang cukup besar, seperti pada lampu lalu-lintas yang bergerak menuju kota di pagi hari dan keluar kota di sore hari. Sekali lagi perubahan pembagian siklus pada persimpangan khusus dapat dilakukan.

(Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks, *Teknik Jalan Raya*, hal 395-396, tahun 1988)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. KAPASITAS PERSIMPANGAN JALAN

Kapasitas persimpangan adalah arus maksimum yang dapat melewati suatu persimpangan dengan kondisi lalu-lintas, jalan raya, dan *traffic light* yang ada. Volume arus tersebut diukur atau diproyeksikan dalam periode 15 menit dan kapasitas dinyatakan dalam kendaraan per jam (*vehicle per hour/vph*).

Kondisi lalu-lintas meliputi volume masing-masing jalan pada persimpangan, distribusi arus lalu-lintas (belok kiri, lurus, belok kanan), lokasi perhentian, bus dan truk, serta penyeberangan jalan didaerah persimpangan.

Kondisi jalan raya meliputi geometrik persimpangan yang termasuk didalamnya jumlah lajur, lebar lajur, alinyemen vertikal (*grade*) dan penggunaan daerah persimpangan seperti tempat parkir dan lain-lain.

Kapasitas persimpangan dengan lampu lalu-lintas (*traffic light*) berdasarkan pada konsep arus jenuh dan angka arus jenuh. Besar angka arus jenuh didefinisikan sebagai jumlah arus maksimum yang dapat melewati suatu persimpangan jalan atau kelompok jalur pada kondisi lalu-lintas dan jalan raya yang ada dengan asumsi bahwa jalan tersebut atau kelompok jalan tersebut memiliki waktu nyata 100% sebagai lampu hijau efektif.

Angka arus jenuh diberi simbol (s) dan dinyatakan dalam unit kendaraan per jam waktu hijau efektif atau $vphg$ (*vehicle per hour of effectif green time*).

Angka arus suatu jalan atau kelompok jalur didefinisikan sebagai perbandingan arus suatu jalan atau kelompok jalur (v) dengan angka arus jenuh. Angka arus diberi simbol ($\frac{V}{S}$) untuk jalan atau kelompok jalur i .

Kapasitas jalan atau kelompok jalur dapat ditetapkan berdasarkan rumus HCM 1985, hal 9-3, yaitu :

$$c_i = s_i \times \left(\frac{g}{C}\right)_i \dots\dots\dots (3-1)$$

dengan :

c_i = Kapasitas kelompok jalur atau jalan i dalam vph

s_i = Angka arus jenuh kelompok jalur atau jalan i dalam vphg

$\left(\frac{g}{C}\right)_i$ = Perbandingan hijau untuk kelompok jalur atau jalan i .

Dalam analisa persimpangan, perbandingan besar arus dengan kapasitas ($\frac{V}{C}$) diberi simbol X dan variabel ini dinamakan tingkat kejenuhan.

Tingkat kejenuhan untuk kelompok jalur atau jalan i adalah :

$$X_i = \left(\frac{V}{C}\right)_i = v_i / [s_i \times \left(\frac{g}{C}\right)_i]$$

$$X_i = v_i C / s_i g_i = \left(\frac{V}{S}\right)_i / \left(\frac{g}{C}\right)_i \dots\dots\dots (3-2)$$

dengan :

$\frac{V}{S}$ = Angka arus untuk kelompok Jalur

X_i = Perbandingan $\frac{V}{C}$ untuk kelompok jalur atau jalan i ;

v_i = Besar arus aktual untuk kelompok jalur atau jalan i dalam vph;

- s_i = Angka arus jenuh untuk kelompok jalur atau jalan i dalam vphg;
 g_i = Waktu hijau efektif untuk kelompok jalur atau jalan i dalam detik.

Nilai X_i berkisar antara 1,00 sampai 0,00

Nilai $X_i = 1$ jika besar arusnya sama dengan kapasitas dan

$X_i = 0$ jika besar arus sama dengan nol.

Kapasitas persimpangan bukan merupakan suatu konsep yang mutlak penting, jadi tidak didefinisikan khusus dalam masalah ini. Hal ini disebabkan jarang semua gerakan pada persimpangan dalam keadaan jenuh pada waktu yang bersamaan dalam satu hari. Juga karena kemampuan pergerakan individual untuk melewati persimpangan jalan dengan efisiensi yang tinggi.

Perbandingan kritis $\frac{v}{c}$ untuk persimpangan didefinisikan berhubungan dengan kelompok jalur atau jalan kritis adalah sebagai berikut :

$$X_c = \sum_i \left(\frac{v}{s}\right)_{ci} \times \frac{C}{(C-L)} \dots \dots \dots (3-3)$$

dengan :

X_c = Perbandingan kritis $\frac{v}{c}$ untuk persimpangan jalan.

$\sum_i \left(\frac{v}{s}\right)_{ci}$ = Jumlah semua perbandingan kritis untuk kelompok jalur atau jalan i .

C = Panjang putaran dalam detik.

L = Waktu total hilang per putaran dihitung dengan jumlah permulaan perubahan selang waktu hilang dikurangi perubahan selang waktu yang digunakan kendaraan untuk setiap fase kritis

Persamaan diatas digunakan untuk mengevaluasi seluruh persimpangan jalan yang berhubungan dengan geometrik dan panjang putaran yang ada juga untuk mengestimasi waktu *traffic light*.

3.2. TINGKAT PELAYANAN PERSIMPANGAN JALAN

Tingkat pelayanan pada persimpangan jalan dengan tanda lampu lalu-lintas (*traffic light*) didefinisikan berhubungan dengan penundaan. Penundaan ini merupakan ukuran ketergangguan, tingkat frustrasi, penggunaan bahan bakar dan kehilangan waktu bagi pengemudi.

Secara khusus kriteria tingkat pelayanan dinyatakan dengan penundaan henti rata-rata per kendaraan dalam periode analisis 15 menit.

Penundaan dapat diukur dilapangan. Penundaan merupakan suatu ukuran yang kompleks dan tergantung dari beberapa variabel yang meliputi kualitas pergerakan, panjang putaran, waktu hijau, dan perbandingan $\frac{V}{c}$ untuk kelompok jalur atau jalan yang ditinjau.

Hubungan tingkat pelayanan dengan penundaan per kendaraan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1. Kriteria tingkat pelayanan untuk persimpangan dengan *traffic light*

Tingkat pelayanan	Penundaan per kendaran (det)
A	< 5,0
B	5,1 - 15,1
C	15,1 - 25,0
D	25,1 - 40,0
E	40,1 - 60,0
F	> 60,0

Sumber HCM '85

Tingkat pelayanan A menggambarkan pengoperasian dengan penundaan sangat rendah yaitu kurang dari 5,0 detik per kendaraan. Hal ini terjadi jika pergerakan sangat baik dan sebagian kendaraan lewat selama fase hijau serta tidak berhenti sama sekali. Panjang putaran yang pendek dapat juga mengurangi penundaan.

Tingkat pelayanan B menggambarkan pengoperasian dengan penundaan 5,1 sampai 15,0 detik per kendaraan. Pada umumnya terjadi pergerakan yang baik atau panjang putaran yang pendek. Lebih banyak kendaraan yang berhenti dari tingkat pelayanan A yang menyebabkan penundaan rata-rata lebih tinggi.

Tingkat pelayanan C menggambarkan pengoperasian dengan penundaan 15,1 sampai 25,0 detik per kendaraan. Penundaan yang lebih tinggi diakibatkan oleh pergerakan kendaraan yang sedang-sedang saja dan panjang putaran yang lebih lama. Jumlah kendaraan yang terhenti sudah cukup banyak walaupun beberapa diantaranya masih dapat melewati persimpangan tanpa berhenti.

Tingkat pelayanan D menggambarkan pengoperasian dengan penundaan 25,1 sampai 40,0 detik per kendaraan. Pada tingkat pelayanan D pengaruh kemacetan mulai terlihat jelas. Penundaan yang lebih lama mungkin disebabkan oleh kombinasi pergerakan yang tidak menguntungkan, waktu putaran yang lama atau tingginya $\frac{V}{c}$. Pada tingkat pelayanan ini banyak kendaraan yang terhenti dan proporsi kendaraan yang bergerak menurun. Kegagalan pergerakan yang individual mulai terlihat.

Tingkat pelayanan E menggambarkan pengoperasian dengan penundaan 40,1 sampai 60,0 detik per kendaraan. Ini dianggap sebagai batas penundaan yang masih dapat diterima. Penundaan yang tinggi pada umumnya disebabkan oleh pergerakan yang terganggu, panjang putaran yang lama dan tingginya atau perbandingan $\frac{v}{c}$. Kegagalan putaran individual mulai terlihat.

Tingkat pelayanan F menggambarkan pengoperasian dengan penundaan lebih besar dari 60,0 detik per kendaraan. Ini dianggap sebagai penundaan yang tidak dapat diterima oleh sebagian besar pengemudi. Kondisi ini terjadi disebabkan oleh tingkat kejenuhan yang tinggi, dimana arus datang melebihi kapasitas persimpangan. Ini terjadi pada perbandingan $\frac{v}{c}$ lebih besar dari 1,00 dengan beberapa kemacetan putaran individual. Pergerakan yang tersendat dan panjang putaran yang lama mungkin menjadi penyebab utama dari tingkat penundaan yang demikian.

3.3. HUBUNGAN KAPASITAS DENGAN TINGKAT PELAYANAN

Karena penundaan adalah besaran yang kompleks maka hubungannya dengan kapasitas juga menjadi kompleks. Tingkat pelayanan pada tabel 3.1 adalah merupakan dasar variasi penundaan yang dapat diterima oleh pengemudi. Nilai terendah pada tingkat pelayanan E memberi definisi pada kapasitas yaitu perbandingan $\frac{v}{c} = 1,00$. Adalah mungkin penundaan termasuk pada tingkat pelayanan F (tidak dapat diterima) ketika perban-

dengan $\frac{v}{c}$ dibawah 1,00 mungkin sebesar 0,75 - 0,85. Hal ini terjadi karena

beberapa sebab kombinasi dari :

1. Panjang putaran yang lama,
2. Kelompok lajur yang dibicarakan tidak menguntungkan karena mempunyai waktu merah yang lama dalam pengaturan waktu persignalan,
3. Tanda pergerakan untuk tanda tersebut tidak jelas atau lancar.

Sebaliknya jika terjadi pada jalan atau kelompok yang jenuh ($\frac{v}{c} =$

1,00) mempunyai waktu penundaan yang rendah jika :

1. Panjang putaran yang relatif pendek,
2. Tanda pergerakan menguntungkan untuk tanda tersebut.

Dengan demikian pada tingkat pelayanan F tidak secara otomatis menggambarkan persimpangan jalan atau kelompok jalur terlalu padat serta pada tingkat pelayanan A hingga tingkat pelayanan E secara otomatis menyatakan tidak digunakan kapasitas yang tersedia.

Dengan ketentuan-ketentuan diatas dapat digunakan untuk menganalisis antara lain :

1. Penyelesaian masalah tingkat pelayanan dengan mengetahui detail arus persimpangan, *traffic light*, dan geometrik.
2. Penyelesaian masalah besar arus pelayanan yang dipilih untuk tingkat pelayanan yang ada dengan mengetahui detail *traffic light* dan geometrik,
3. Menyelesaikan penentuan waktu *traffic light* dengan mengetahui tingkat pelayanan yang ada dengan mengetahui detail arus dan geometriknya,
4. Menyelesaikan geometrik dasar (jumlah atau alokasi jalur) dengan mengetahui tingkat pelayanan, detail arus dan *traffic light*.

3.4. *PEAK HOUR FACTOR* PADA PERSIMPANGAN JALAN

Volume lalu-lintas pada masing-masing kaki persimpangan dihitung berdasarkan puncak setiap periode 15 menit. Kemudian dimasukkan dalam *Work sheet* (lembar kerja). Dari volume lalu-lintas tersebut dicari faktor jam sibuknya dengan menggunakan rumus HCM 1985, hal 1-6 sebagai berikut :

$$PHF = \frac{V}{4 \cdot V_{15}} \dots\dots\dots (3-4)$$

dengan :

PHF = Faktor jam puncak

V = Volume setiap jam dalam vph

V_{15} = besar arus puncak dalam periode 15 menit dalam vph.

Selanjutnya untuk menganalisis tingkat pelayanan untuk persimpangan dilakukan perhitungan seperti yang diulas pada HCM '85 dengan dipresentasikan dalam kertas kerja.

3.5. PENGATURAN *CYCLE TIME*

Salah satu sebab buruknya tingkat pelayanan pada persimpangan adalah pengaturan *cycle time* yang kurang baik untuk waktu hijau, waktu merah dan *lost time* pada masing-masing persimpangan. Pengaturan waktu yang baik akan dapat melayani arus lalu-lintas dengan efisiensi untuk setiap kaki persimpangan. Jika pengaturan waktu kurang baik akan menyebabkan tidak seimbangny prosentase kendaraan yang dapat lolos selama waktu hijau pada kaki persimpangan. Hal ini dapat dilihat dengan menumpuknya kendaraan pada waktu lampu sudah merah, sedang pada

kaki persimpangan yang lain, selama kurun waktu hijau hanya sedikit kendaraan yang menggunakannya.

Jadi dengan pengaturan *cycle time* diharapkan hal-hal tersebut dapat diatasi dengan menempatkan kebutuhan waktu putar menurut proporsi kendaraan yang menggunakan setiap kaki persimpangan.

Pengaturan *cycle time* pada *traffic light* menggunakan rumus-rumus dari HCM '85 hal 9-67 sebagai berikut :

$$C = \frac{L \times X_c}{[X_c - \sum (\frac{v}{s})_{ci}]} \dots\dots\dots (3-5)$$

Dengan :

C = *Cycle length* (panjang putaran) dalam detik,

L = *Lost time* perputaran dalam detik

X_c = Perbandingan kritis $\frac{v}{c}$

= Perbandingan arus untuk kelompok jalur i .

$$g_i = v_i \frac{C}{s_i X_i}$$

$$= (\frac{v}{s})_i \times (\frac{C}{X_i}) \dots\dots\dots (3-6)$$

dengan :

g_i = Waktu hijau efektif untuk kelompok jalur i dalam detik

X_i = Perbandingan $\frac{v}{c}$ untuk kelompok jalur i .

Rumus (3-5) digunakan untuk mencari *cycle time* yang efisien pada persimpangan berdasarkan perbandingan kritis $\frac{v}{c}$.

Rumus (3-6) digunakan untuk mencari waktu hijau efektif untuk setiap kaki persimpangan.

Setelah panjang putaran yang ideal dan waktu hijau efektif didapat, selanjutnya dapat diketahui tingkat pelayanan persimpangan tersebut (dengan perhitungan yang dipresentasikan kedalam lembar kerja).

3.6. PANJANG WAKTU PENURUNAN TINGKAT PELAYANAN

Tingkat pelayanan lama-lama akan menurun seiring dengan laju pertumbuhan kendaraan. Hal ini terjadi jika tidak ada pemeliharaan dan pengembangan pada kaki persimpangan maupun pada persimpangan itu sendiri.

Dengan asumsi tidak ada penambahan jalur dan lebar jalan pada persimpangan serta laju pertumbuhan kendaraan sebesar 5% per tahun dan distribusi kendaraan dengan perbandingan tetap seperti sekarang, maka tingkat pelayanan akan menjadi buruk yaitu D menuju E dengan waktu penundaan sebesar 40 detik per kendaraan selama waktu tertentu.

Rumus-rumus yang dipakai (HCM '85, hal 9-18) adalah :

$$d_1 = 0,38 C \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2 / \left[1 - \left(\frac{g}{C}\right) (X)\right] \dots\dots\dots (3-7)$$

$$d_2 = 173 X^2 \left[(X - 1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16X/c)} \right] \dots\dots\dots (3-8)$$

$$\text{Delay} = (d_1 + d_2) \text{PF}$$

$$V_n = X \cdot c \cdot \text{PHF} / U \dots\dots\dots (3-9)$$

dimana :

C = Panjang putaran (*cycle time*)

g = Waktu hijau (*green time*)

c = Kapasitas jalan

X = Perbandingan volume dengan kapasitas ($\frac{V}{c}$)

PF = Faktor pergerakan

PHF = *Peak Hour Factor*

U = Faktor Utilitas

Delay = Penundaan total, diambil 40,00 detik

V_n = Volume kendaraan pada tahun ke n.

Urutan dan cara perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Dicari harga d_1 , yang didapat dalam faktor X.
2. Dicari harga d_2 , yang didapat dalam faktor X^2 .
3. Dimasukkan kedalam rumus $Delay = (d_1 + d_2) PF$, dengan memasukkan harga penundaan total sebesar 40,00 detik, maka didapat besaran X dengan memakai cara *trial*.
4. Dicari volume kendaraan yang dapat dilayani setelah n tahun dengan rumus $V_n = X \cdot c \cdot PHF / U$.
5. Didapat lama waktu persimpangan yang dapat melayani distribusi kendaraan dengan rumus $V_n = (1 + 0,05)^n \cdot V$, dimana V = volume kendaraan yang ada sekarang.

Pada rumus-rumus yang telah penulis ungkapkan diatas, terutama berlaku pada kondisi "lalu-lintas campuran" (*mix traffic*). Untuk lalu-lintas sejenis rumus tersebut dapat digunakan, sebab pada lalu-lintas campuran truk dan bis dianggap sebagai tiga buah mobil penumpang. Sedangkan pada lalu-lintas sejenis tidak terdapat faktor pengali akibat adanya truk dan bis. Jadi perbedaannya terdapat pada faktor pengali dengan ada atau tidak adanya truk dan bis yang berpengaruh pada kapasitas serta pelayanan jalan.

3.7. KOORDINASI RAMBU-RAMBU LALU-LINTAS (*COORDINATION OF TRAFFIC SIGNALS*)

Dalam situasi letak persimpangan yang relatif berjarak dekat, koordinasi waktu warna hijau sangat penting, hal ini untuk memungkinkan kendaraan bergerak secara efisien melalui susunan rambu-rambu.

Koordinasi rambu perlu dilakukan pada persimpangan yang berjarak relatif dekat. Bila jarak terlalu dekat maka perlu pertimbangan untuk dibuatkan menjadi satu rambu. Sedangkan bila jarak persimpangan relatif berjarak jauh (± 3 km), maka rambu diperhitungkan sendiri-sendiri dalam arti tidak perlu dilakukan koordinasi rambu.

faktor-faktor yang mempengaruhi koordinasi :

1. Keuntungan-keuntungan
2. Tujuan sistem rambu
3. Faktor-faktor yang mengurangi keuntungan
4. Keinginan (harapan) untuk skema yang terkoordinasi.

3.7.1. Keuntungan-Keuntungan

Keuntungan-keuntungan dari koordinasi rambu lalu-lintas adalah sebagai berikut :

- a. Merupakan perbaikan dari pelayanan yang dibutuhkan. Biasanya diukur terhadap waktu-waktu pemberhentian dan penundaan. Hal ini diusahakan dengan membuat jumlah kendaraan yang berhenti sekecil mungkin atau untuk mencoba meminimalkan penundaan.
- b. Konservasi energi dan pelestarian lingkungan.
Dicapai dengan menjaga kendaraan tetap bergerak selancar mungkin pada kecepatan yang efisien.
- c. Pemeliharaan kecepatan ideal.

Masalah ini dicapai karena rambu-rambu dapat disusun sedemikian rupa sehingga mendorong kendaraan berjalan dengan kecepatan tertentu. Apabila kendaraan berjalan lebih cepat atau lebih lambat dari kecepatan rencana akan membuat kendaraan menjadi sering berhenti.

d. Pada pergerakan sekelompok kendaraan yang melewati persimpangan, jarak kendaraan umumnya lebih pendek dari pada yang dapat dicapai ketika mereka mulai berhenti. Hal ini mengefisienkan kegunaan persimpangan.

e. Menghentikan kendaraan lebih sedikit.

Karena pada blok yang pendek dengan arus lalu-lintas yang berat, hal ini sangat berpengaruh. Disebabkan jika semua kendaraan dihentikan, antrian kendaraan yang timbul akan membanjiri pemberhentian. (pemberhentian = jarak yang tersedia untuk menyimpan kendaraan tersebut).

3.7.2. Tujuan Sistem Rambu

Susunan fisik dari sistem jalan dan arus lalu lintas utama menentukan tujuan sistem rambu tersebut. Pertimbangan tipe sistem arterial satu arah, arterial dua arah, atau kerangka kerja campuran, hal ini dilakukan dengan sensitifitas untuk kapasitas dalam keduanya baik arah dan berbagai macam isu lain.

Pertimbangan gerakan menjadi maju, pada arterial dua arah, salah satu atau kedua arah mungkin diutamakan (yaitu keuntungan dari koordinasi tersebut). Jika kedua arah diutamakan pada umumnya dibuat kompromi antara keduanya. Dalam ketepatan rambu, jejak utama harus ditentukan dan diutamakan.

Hal ini perlu disusun secara obyektif untuk mencapai tujuan dari koordinasi rambu-rambu. Tujuan umum sistem rambu-rambu adalah untuk merencanakan lebar pita maksimum (lama dari warna hijau untuk kelompok kendaraan yang melaju), penundaan, dan perhentian yang minimal.

3.7.3 Faktor-Faktor Yang Mengurangi Keuntungan

Beberapa faktor yang mempengaruhi keuntungan adalah :

- a. Kapasitas jalan raya yang tidak mencukupi
- b. Keberadaan parkir, bongkar muat barang, parkir ganda, dan jalan raya ganda.
- c. Persimpangan rumit
- d. Volume tikungan berat, baik kedalam maupun keluar dari jalan tersebut. Volume penggantian berat mungkin mengganggu kelompok kendaraan atau menghancurkan susunannya dengan hilangnya kendaraan dari tengah kelompok tersebut, volume belokan kekiri mungkin bercampur dengan kelompok kendaraan yang mengawali dari arah lainnya.

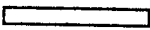
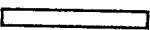
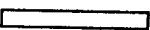
3.7.4 Perkecualian Pada Skema Yang Terkoordinir

Keadaan yang timbul adalah satu persimpangan yang tidak dapat menampung volume yang dibagikan padanya. Pada panjang putaran apapun. Hal ini mengacu pada persimpangan kritis pada penyelesaian melalui pendekatan dengan cara mengantarkan kendaraan-kendaraan kepadanya dengan tidak menyebabkan timbulnya permasalahan penyimpanan (penampungan) blok arus yang melonjak.

3.7.5 Diagram Jarak - Waktu Dan *Offset Modern*

Diagram jarak-waktu dengan sederhana merupakan plot dari indikasi-indikasi rambu sebagai suatu fungsi waktu untuk dua rambu atau lebih. Diagram tersebut disekalakan dengan hubungannya pada jarak, sehingga seseorang dengan mudah memplotkan posisi-posisi kendaraan sebagai suatu fungsi waktu.

Konvensi standar :

Indikasi warna hijau ditunjukkan dengan	
Indikasi warna merah ditunjukkan dengan	
Indikasi warna kuning ditunjukkan dengan	

Offset dirincikan sebagai perbedaan di antara waktu awal warna hijau untuk persimpangan penekanan, dan offset ideal didefinisikan sebagai offset yang mencapai tujuan paling memuaskan untuk tujuan penundaan minimal. Dalam kasus ini offset ideal adalah kendaraan pertama dari suatu kelompok kendaraan yang baru saja datang pada rambu arus menurun, rambu arus menurun berubah warna hijau dengan asumsi bahwa kelompok kendaraan yang bergerak ketika melalui persimpangan arus melonjak.

3.8. ISTILAH-ISTILAH YANG DIPAKAI DALAM PENGOPERASIAN LAMPU LALU-LINTAS

Istilah-istilah umum yang dipakai dalam pengoperasian lampu lalu lintas (HCM 1985) antara lain :

1. *Cycle* adalah urutan indikasi sinyal yang lengkap (hijau - kuning - merah - hijau)
2. *Cycle Length* adalah keseluruhan jumlah waktu sinyal untuk mencapai satu siklus (*cycle*) ditetapkan dalam detik
3. *Effective Green Time* adalah lama waktu dalam satu phase yang betul-betul secara efektif dapat dipergunakan untuk pergerakan arus lalu-lintas yang diizinkan. Ini umumnya diambil waktu hijau ditambah nyala kuning dikurangi waktu hilang (*lost time*) dari phase tersebut, dinyatakan dalam detik
4. *Green Time* adalah waktu yang diberikan dalam satu phase selama sinyal menunjukkan warna hijau, dinyatakan dalam detik
5. *Lost Time* adalah waktu selama persimpangan tidak digunakan secara efektif untuk pergerakan lalu lintas. Ini terjadi selama perubahan selang waktu (pada saat persimpangan dibersihkan) dan pada permulaan tiap phase karena beberapa kendaraan yang pertama dalam antrian mengalami penundaan pemberangkatan.
6. *Phase* adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk beberapa kombinasi pergerakan lalu lintas yang mendapatkan hak jalan secara bersamaan.

BAB IV

HIPOTESIS

Tingkat pelayanan pada persimpangan jalan ditentukan oleh lamanya waktu penundaan. Hal ini banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah, perkembangan jumlah pemilikan suatu kendaraan di perkotaan, dimana jumlah tersebut akan berpengaruh pada besar volume lalu-lintas pada jalan-jalan tertentu yang menghubungkan pusat-pusat kegiatan atau aktifitas manusia. Keberadaan kendaraan tidak bermotor seperti, sepeda, becak dan andong serta perilaku para pengemudi sangat mempengaruhi kapasitas suatu persimpangan jalan.

BAB V

METODE PENELITIAN

5.1. PEMILIHAN LOKASI

Dalam memilih lokasi harus :

1. Mempunyai lebih dari satu lajur di dalam studi pendekatan.
2. Mempunyai arus yang cukup untuk memberikan suatu proporsi dari tahap-tahap kepadatan.
3. Mempunyai lebar efektif jalan yang konstan.
4. Mempunyai sedikit mungkin kendaraan tak bermotor pada persimpangan.

Dengan pertimbangan syarat-syarat diatas, peneliti mencoba untuk mempelajari :

- a) Persimpangan Berek (Jalan Kaliurang KM 4,4), pendekatan yang di kaji mempunyai arus lalu-lintas yang berlawanan, pusat keramaian dengan adanya toko dan tempat menunggu mobil angkutan, berdekatan dengan lingkungan kampus tempat hilir mudiknya mahasiswa.
- b) Persimpangan Kentungan (Jalan Kaliurang KM 5,9), pendekatan yang di kaji mempunyai arus lalu-lintas yang berlawanan, tempat keramaian dengan adanya toko, pintu keluar masuk kendaraan yang menuju pusat kota dan jalur alternatif untuk lalu-lintas antar kota (Solo - Yogyakarta - Semarang).

5.2. PARAMETER

Parameter-parameter yang dibutuhkan dari lapangan untuk perhitungan:

1. Arus jenuh, didefinisikan sebagai aliran kendaraan maksimum stabil dalam suatu antrian yang melewati garis henti selama periode waktu hijau. Ini biasanya dinyatakan dalam SMP per jam hijau.
2. Kondisi lalu-lintas pada persimpangan
Ada tidaknya aktifitas parkir di daerah pendekat, pedestrian, distribusi arah dan jumlah bus yang berhenti di daerah pendekat.
3. Tanda waktu, yaitu waktu siklus, waktu hijau, jumlah phase dan waktu diantara hijau.
4. Geometrik persimpangan
Geometrik dari persimpangan-persimpangan harus terdefinisi dengan baik, terutama sekali lebar lajur yang konstan dan tidak adanya rintangan/gangguan pada lajur yang di amati.

5.3. METODE PENGUMPULAN DATA

Semua yang berhubungan dengan data persimpangan (primer) diperoleh dengan pengambilan data langsung dari lapangan. Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama waktu hijau dengan menghitung semua kendaraan yang melalui persimpangan dan mengklasifikasikannya kedalam tiap-tiap jenis kendaraan, baru kemudian dimasukkan kedalam tabel-tabel yang telah disediakan berdasarkan distribusi arah lalu-lintas yang berbeda (belok kiri, lurus, dan belok kanan). Demikian juga dengan data geometrik

persimpangan, waktu siklus dan data lainnya diperoleh langsung dari pengukuran serta pengamatan dilapangan. Bagian penjelasan dari metode yang digunakan dalam pengumpulan data akan dibicarakan dibawah.

5.3.1. Pengumpulan Data Lapangan

Pengumpulan data lapangan antara lain :

1. Pengukuran arus dan kondisi lalu-lintas.

Pengukuran dilakukan pada hari yang dianggap sibuk yaitu pada hari Senin dan Selasa, dengan menghitung volume arus lalu-lintas di masing-masing kaki persimpangan pada periode lampu hijau baik yang bergerak lurus maupun yang berbelok kekanan dan kekiri. Kondisi lalu-lintas yang perlu di amati adalah aktifitas parkir dan jumlah bus yang berhenti di daerah pendekat dan pedestrian.

2. Pengukuran waktu siklus lampu dan geometrik jalan.

Pengukuran siklus waktu dan jumlah phase dilakukan pada setiap lokasi penelitian, waktu siklus (hijau, kuning, merah) diukur berulang-ulang dan kemudian diambil rata-ratanya. Geometrik persimpangan yang perlu diukur dan diamati adalah jumlah lajur dan lebar lajur.

3. Peralatan dan tenaga yang dibutuhkan.

Peralatan yang digunakan sangat sederhana sekali hal ini disebabkan keterbatasan peneliti dalam memperoleh alat. Alat-alat tersebut al :

- a) Stop watch, digunakan untuk pengukuran waktu siklus lampu dan pencatatan waktu dalam pengambilan data.
- b) Formulir pencatatan, terdiri dari beberapa formulir dengan jenis kendaraan dan distribusi arah yang berbeda.
- c) Pena, diperlukan untuk pencatatan kendaraan yang melalui persimpangan.
- d) Pencatat 16 orang, diperlukan untuk pencatatan kendaraan yang melalui persimpangan dengan jenis kendaraan dan distribusi arah yang berbeda.

5.3.2. Syarat-Syarat Pengumpulan Data

Dasar metode ini adalah mencatat tiap jenis kendaraan yang melewati garis henti dalam kondisi jenuh (dalam antrian panjang) selama waktu hijau menyala.

Untuk setiap bagian waktu dalam SMP (satuan mobil penumpang) per jam. Data masukan adalah :

1. Pembagian waktu.

Mempertimbangkan perbedaan waktu hijau pada tiap persimpangan dan dibutuhkan taksiran lalu-lintas jenuh yang tepat.

2. Klasifikasi kendaraan.

Semua pergerakan arus dipersimpangan dalam pendekatan yang diteliti tidak ada rintangan atau kecil sekali. Semua pergerakan arus harus memberikan hasil SMP yang sama.

Kelas kendaraan meliputi :

- a) Kendaraan tak bermotor,
- b) Kendaraan bermotor,
- c) M.P atau car
- d) Truk atau bus
- e) Andong

3. Pembagian arah lalu-lintas persimpangan.

Semua kendaraan yang keluar dari garis henti dihitung dan dicatat langsung sesuai dengan klasifikasi dan arah kendaraan. Pembagian arah lalu-lintas persimpangan meliputi :

- a) Belok kiri.
- b) Lurus
- c) Belok kanan.

BAB VI

PENGUMPULAN DAN PENYAJIAN DATA

6.1. PERHITUNGAN ARUS ATAU VOLUME LALU-LINTAS PADA KAKI PERSIMPANGAN

Karena pada persimpangan tersebut melayani berbagai jenis kendaraan, maka dalam perhitungan arus atau volume lalu-lintas tersebut dibedakan atas beberapa jenis kendaraan yang dilayani. Dari beberapa jenis kendaraan itu dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang atau PCU (*passanger car unit*).

Angka-angka konversi tersebut seperti pada tabel dibawah ini :

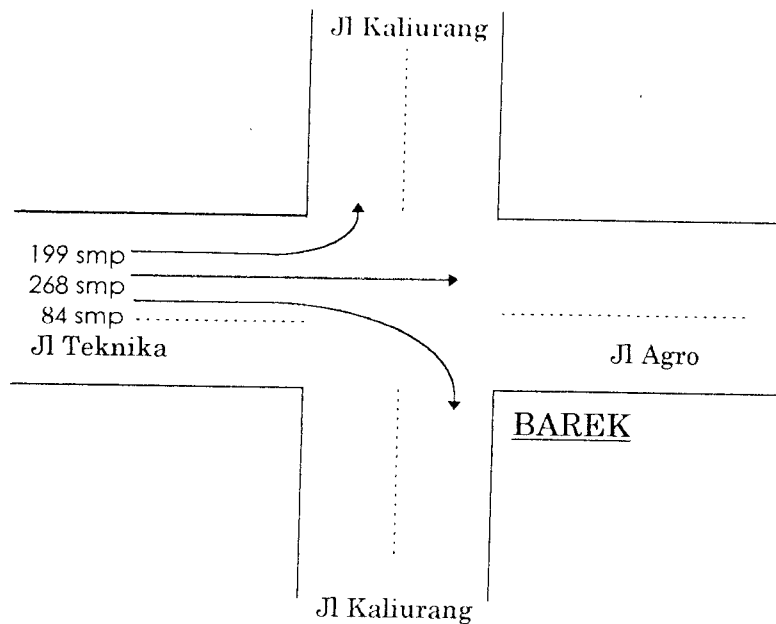
Tabel 6.1. Angka konversi kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor ke nilai PCU atau SMP (Satuan Mobil Penumpang)

Jenis Kendaraan	Nilai PCU
Truk / Bus / kereta gandeng	3,00
Mobil penumpang / pick up	1,00
Sepeda motor	0,25
Sepeda / becak	0,50
Andong	7,00

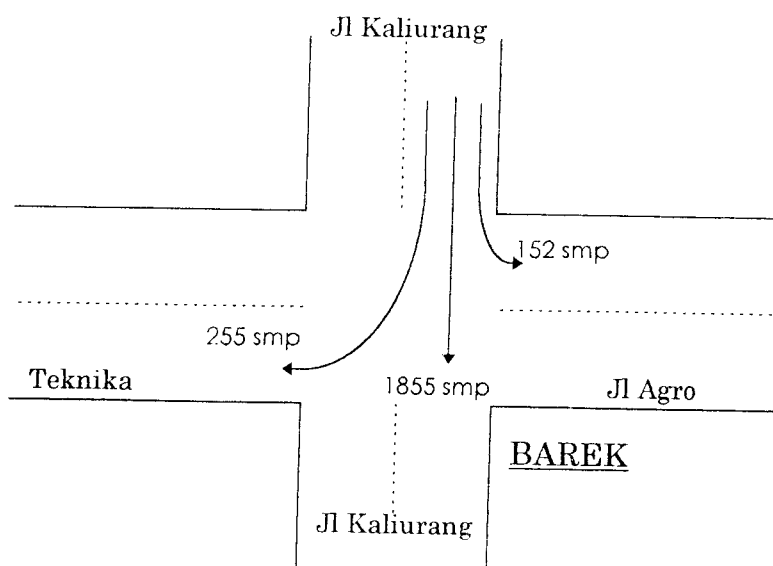
Sumber : DLLAJR 1995

Jumlah volume lalu-lintas hasil perhitungan selama 2 hari dalam SMP untuk masing-masing kaki persimpangan bisa dilihat dalam *lampiran 1 - 8*. Sedangkan untuk bahan analisis ini diambil volume lalu-lintas yang paling tinggi selama 2 jam untuk masing-masing kaki persimpangan, kemudian dari 2 jam itu diambil volume 1 jam yang terpadat.

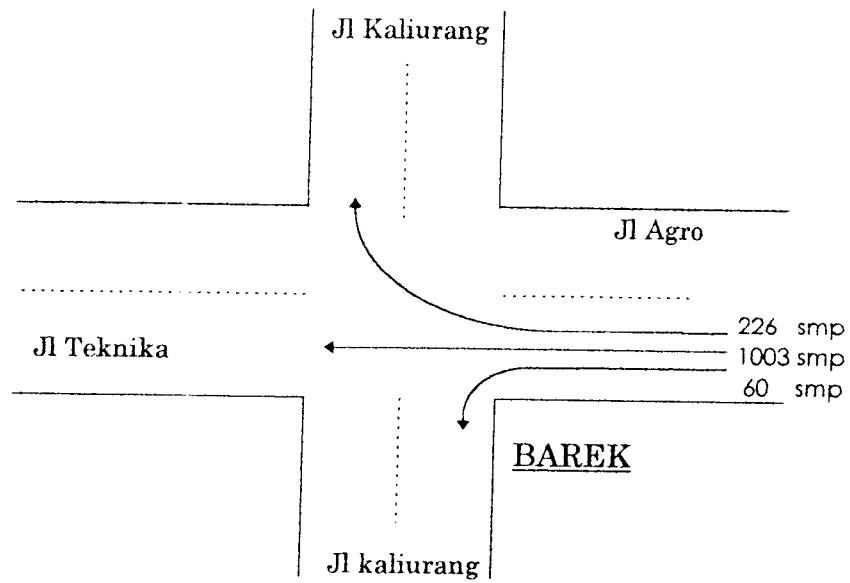
Untuk persimpangan Barek yang terdiri dari 4 ruas jalan yaitu Jl Teknika, Jl Kaliurang yang ke Utara, Jl Agro, Jl Kaliurang yang ke Selatan. Volume lalu-lintas yang tertinggi dari masing-masing persimpangan itu disajikan pada lampiran 1-4 dan gambar 6.1 - 6.4



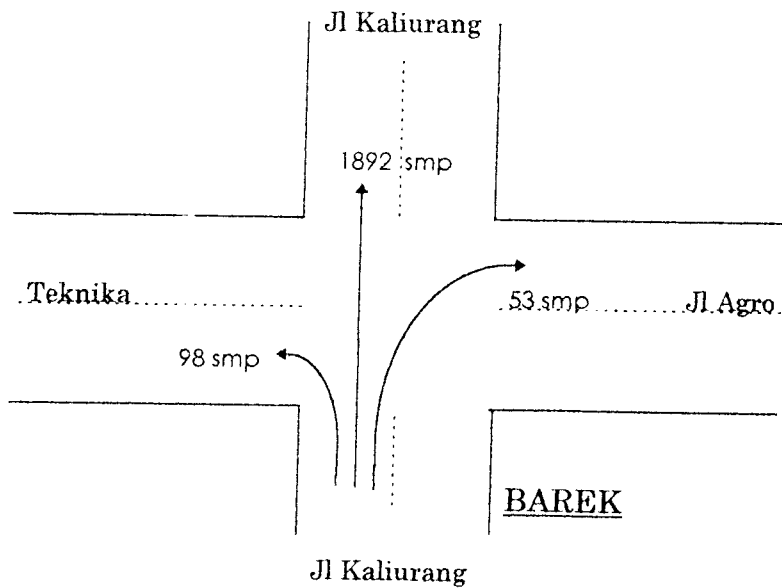
Gambar 6.1. Volume Lalu-lintas tertinggi (12.00 - 14.00) untuk Barat



Gambar 6.2. Volume Lalu-lintas tertinggi (07.00 - 09.00) untuk Utara

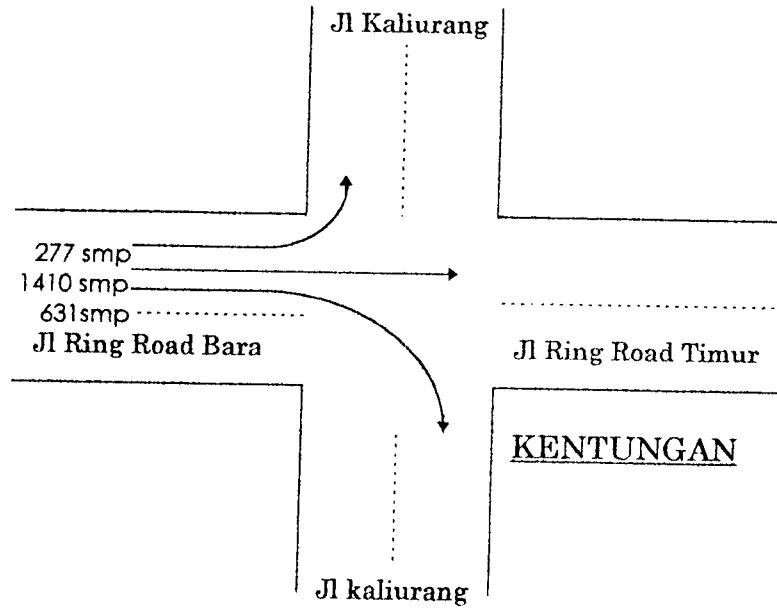


Gambar 6.3. Volume Lalu-lintas tertinggi (07.00 - 09.00) untuk **Timur**

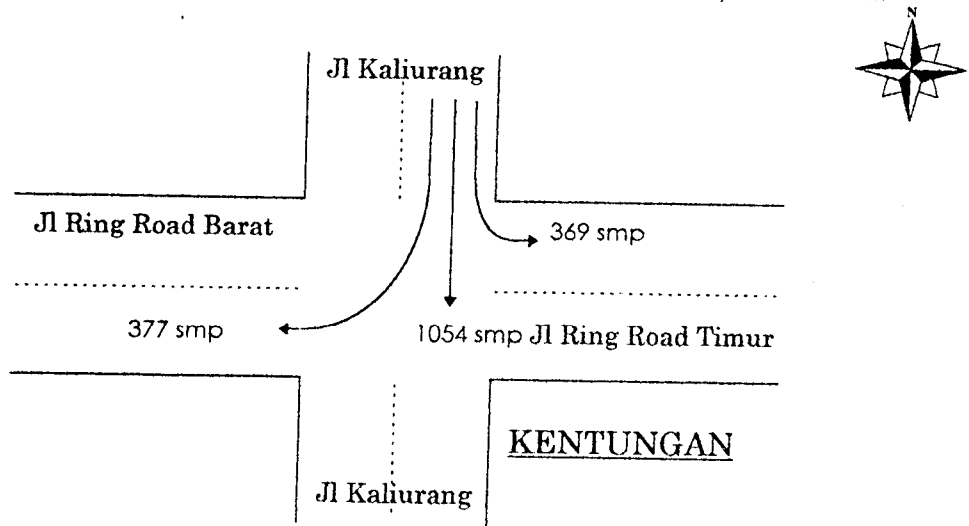


Gambar 6.4. Volume Lalu-lintas tertinggi (12.00 - 14.00) untuk **Selatan**

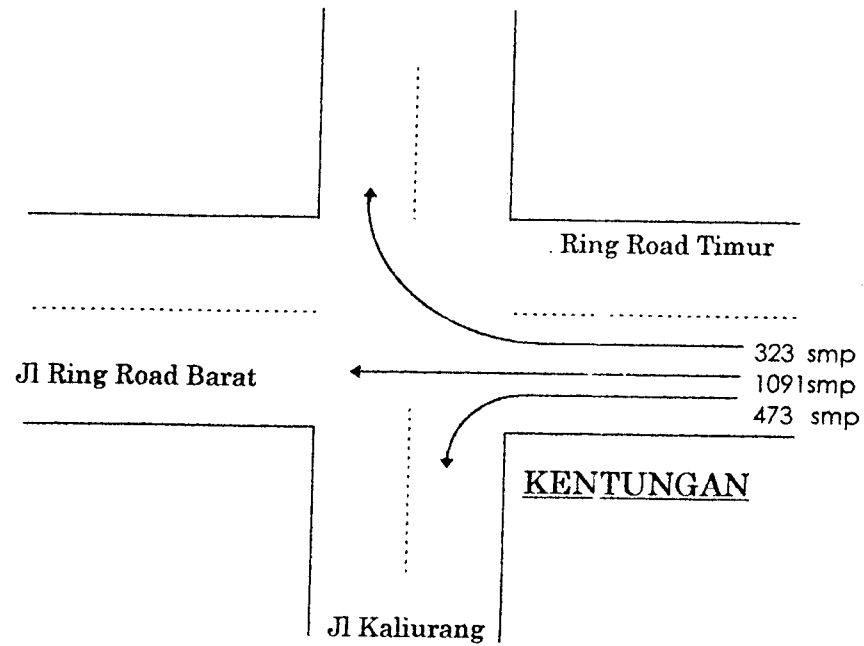
Sedangkan untuk persimpangan Kentungan yang terdiri dari 4 ruas jalan yaitu Jl. Ring Road arah ke Timur, Jl Ring Road arah ke Barat, Jl Kaliurang arah ke Utara dan Jl Kaliurang arah ke Selatan. Volume lali-lintas yang tertinggi dari masing-masing kaki persimpangan itu disajikan Lampiran 5-8 dan gambar 6.5 – 6.8.



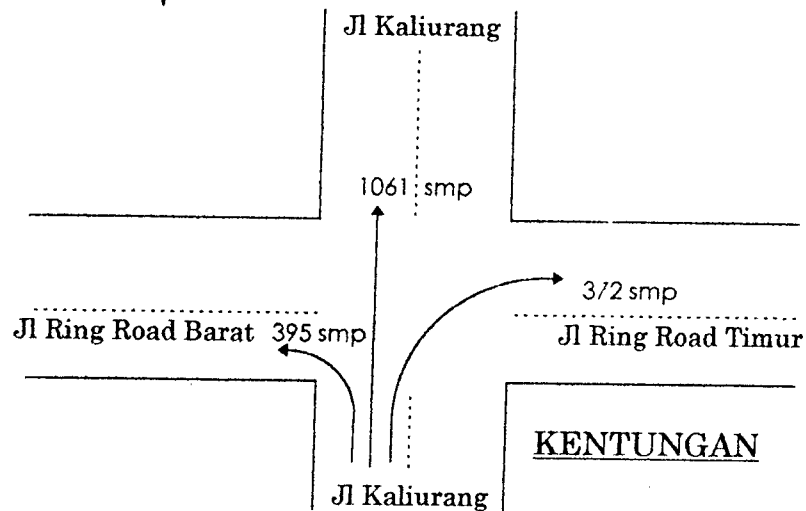
Gambar 6.5. Volume Lalu-lintas tertinggi (07.00 - 09.00) untuk **Barat**.



Gambar 6.6. Volume Lalu-lintas tertinggi (07.00 - 09.00) untuk **Utara**.



Gambar 6.7. Volume Lalu-lintas tertinggi (12.00 - 14.00) untuk **Timur**.



Gambar 6.8. Volume Lalu-lintas tertinggi (12.00 - 14.00) untuk **Selatan**

6.2. JUMLAH LAJUR, LEBAR JALAN DAN ARAH ARUS LALU-LINTAS

Dari pengamatan dan pengukuran langsung dilapangan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 6.2 Data geometrik pada persimpangan Berek :

Ruas jalan	Lebar jalan (m)	Jumlah lajur	Lebar per lajur (m)
Teknika	11,50	4	2,875
Kaliurang sebelah Utara	12,00	4	3,000
Agro	11,50	4	2,875
Kaliurang sebelah Selatan	12,00	4	3,000

Grade (kemiringan jalan) pada persimpangan relatif datar 0%, masing-masing jalan melayani arus lalu-lintas 2 arah.

Adapun data geometrik pada persimpangan Kentungan adalah sebagai berikut :

Tabel 6.3 Data geometrik pada persimpangan Kentungan

Ruas jalan	Lebar jalan (m)	Jumlah lajur	Lebar per jalur (m)
Ring Road sebelah Barat	22,00	6	2,875
Kaliurang sebelah Utara	12,00	4	3,000
Ring Road sebelah Timur	22,00	6	2,875
Kaliurang sebelah Selatan	12,00	4	3,000

Grade (kemiringan jalan) pada persimpangan relatif datar 0%,

Untuk persimpangan Berek melayani arus lalu-lintas 2 jalur 2 arah, sedangkan untuk persimpangan Kentungan pada ruas jalan Arteri melayani arus lalu-lintas 4 jalur 2 arah.

6.3. *CYCLE TIME PADA TRAFFIC LIGHT*

Waktu panjang putaran/siklus (*cycle time*) adalah waktu yang dipakai untuk suatu warna komplit secara berurutan (merah-hijau-kuning-merah).

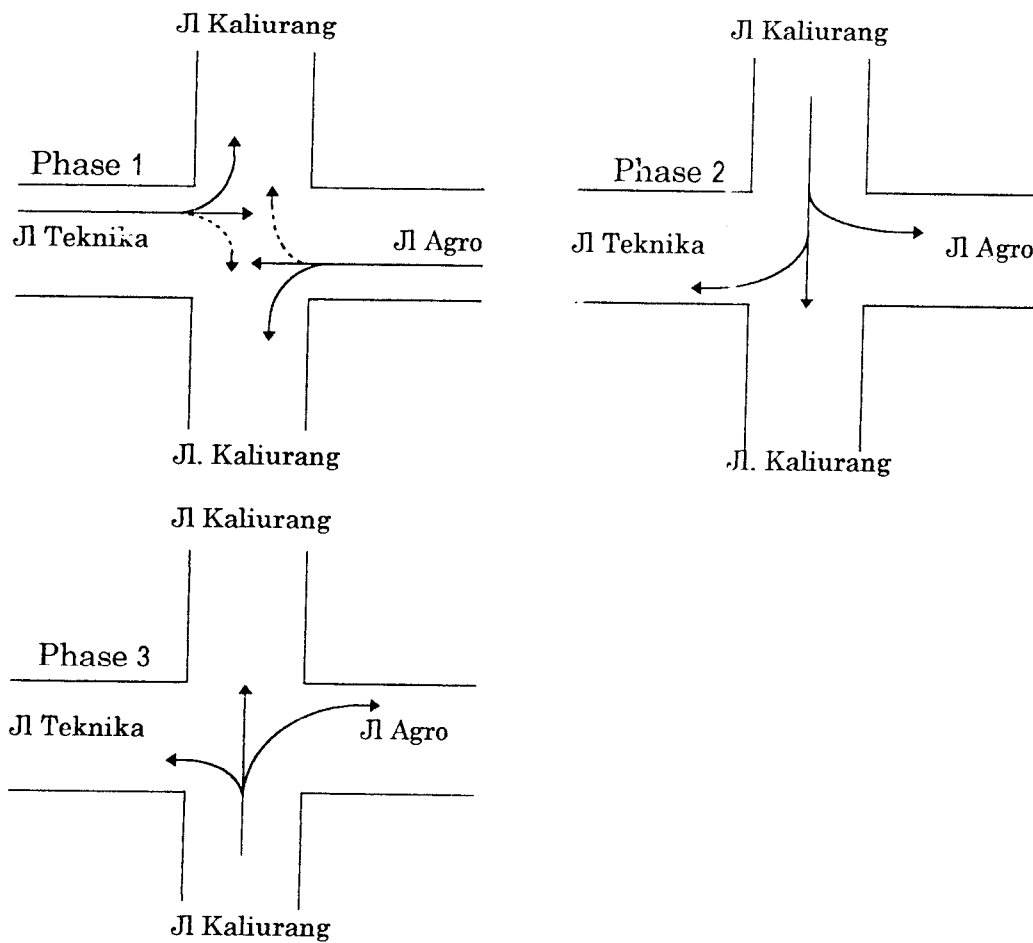
6.3.1. Lampu Lalu-lintas Pada Persimpangan Barek

Dari pengamatan dilapangan pada persimpangan maka didapatkan data sebagai berikut :

1. Panjang putaran (*cycle time*) = 69 detik
 - Waktu hijau jalan Teknika dan jalan Agro = 15 detik
 - Waktu hijau jalan Kaliurang sebelah Utara = 20 detik
 - Waktu hijau jalan Kaliurang sebelah Selatan = 20 detik
 - Warna kuning untuk masing-masing phase = 3 detik
 - Waktu hilang (*lost time*) per putaran

Didapat dari $69 - [15+20+20+(3 \times 3)]$ = 5 detik

2. Jumlah phase ada 3 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 6.9. Phase pada persimpangan Barek

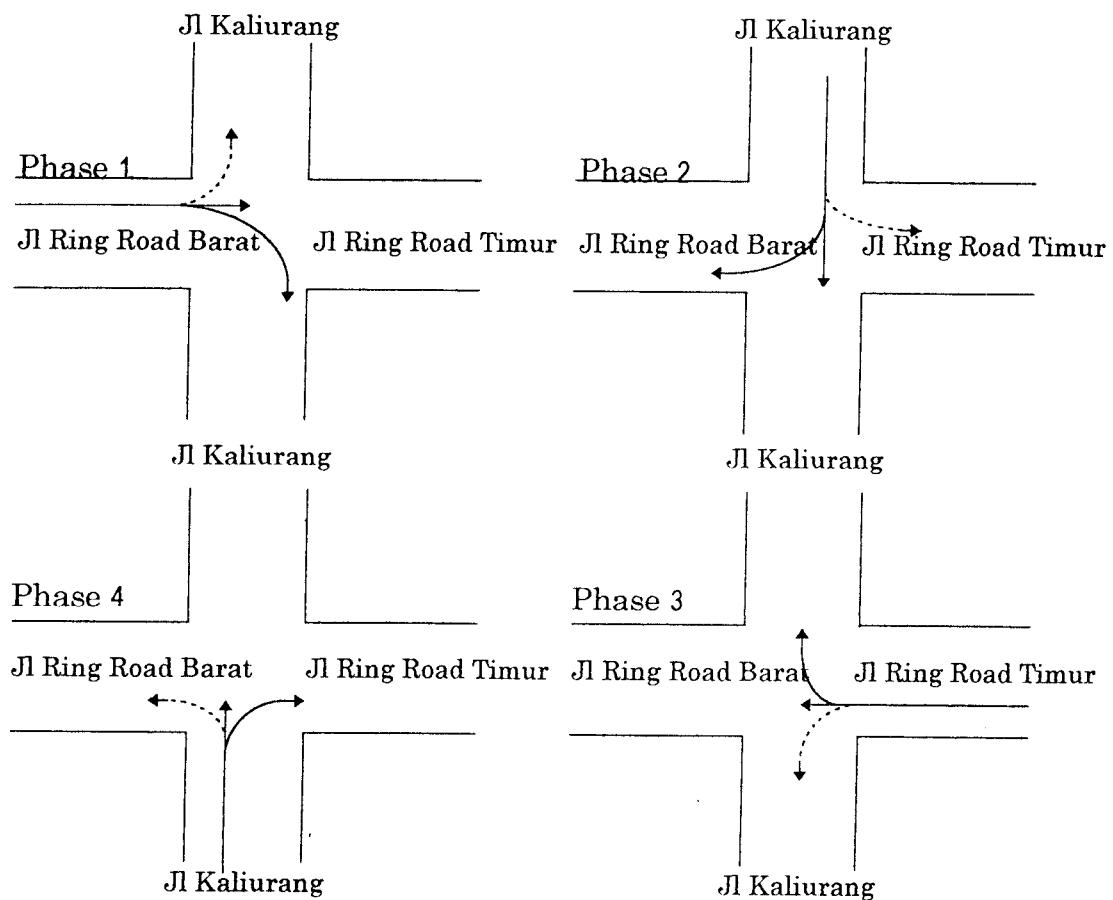
6.3.2. Lampu Lalu-Lintas Pada Persimpangan Kentungan

Dari pengamatan dilapangan pada persimpangan maka didapatkan data sebagai berikut :

1. Panjang putaran (*cycle time*) = 93 detik
 - Waktu hijau Jl. Ring Road Utara = 18 detik
 - Waktu hijau jalan Kaliurang sebelah Utara = 22 detik
 - Waktu hijau Jl. Ring Road Selatan = 18 detik
 - Waktu hijau jalan Kaliurang sebelah Selatan = 18 detik
 - Warna kuning untuk masing-masing phase = 3 detik
 - Waktu hilang (*lost time*) per putaran

Didapat dari $93 - [18+22+18+18+(3 \times 4)] = 5$ detik

2. Jumlah phase ada 4 seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 6.10. Phase pada persimpangan Kentungan

6.4. PENGAMATAN KECEPATAN DAN JARAK ANTARA PERSIMPANGAN

Dari pengamatan di lapangan dengan mengikuti jalannya kendaraan yang bergerak diantara dua persimpangan untuk 2 arah pada jam sibuk (arah Utara dan Selatan) didapatkan kecepatan rata-rata kendaraan (V) = 45 km/jam. Jarak antara 2 persimpangan = 1500 m.



BAB VII

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

7.1. ANALISIS PERSIMPANGAN

Pengaruh besarnya volume lalu-lintas dengan berbagai variasinya serta kondisi dari fasilitas yang ada pada persimpangan dengan menggunakan *traffik light* yang terdapat pada persimpangan Berek dan persimpangan Kentungan akan ditinjau dengan pendekatan asumsi-asumsi yang diberikan HCM '85.

Dari volume lalu-lintas yang diperoleh berdasarkan jam puncak yaitu volume maksimum dalam 1 jam pada masing-masing kaki persimpangan, kemudian dapat dicari PHF (*Peak Hour Factor*)nya dengan rumus (3-4).

7.1.1. Uraian Data

Karena data yang didapat adalah besar volume lalu-lintas selama 2 jam, maka dari 2 jam tersebut diambil volume maksimumnya selama 1 jam.

Adapun besarnya volume lalu-lintas pada persimpangan Berek adalah sebagai berikut :

Dengan rumus : $PHF = \frac{V}{4 \times V_{15}}$

Tabel 7.1 Ruas Jl. Teknika (Barat)

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V_{15}	30	44	13	87	
V	111	142	47	300	0.85

Tabel 7.2 Ruas Jl. Agro (Timur)

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	15	143	34	192	
V	34	509	117	660	0,85

Tabel 7.3 Ruas Jl. Kaliurang sisi Selatan

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	17	245	14	276	
V	58	957	29	1044	0,90

Tabel 7.4 Ruas Jl. Kaliurang sisi Utara

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	24	245	42	311	
V	83	960	139	1182	0,90

Adapun besar volume lalu-lintas pada persimpangan Kentungan adalah sebagai berikut :

Tabel 7.5 Ruas Jl. Ring Road Barat

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	42	219	116	377	
V	152	792	356	1300	0,90

Tabel 7.6 Ruas Jl. Ring Road Timur

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	70	175	65	310	
V	261	570	165	996	0,86

Tabel 7.7 Ruas Jl. Kaliurang sisi Selatan

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	62	190	59	311	
V	213	549	208	970	0,75

Tabel 7.8 Ruas Jl. Kaliurang sisi Utara

	Belok kiri	Lurus	Belok kanan	Jumlah	PHF
V ₁₅	55	171	83	309	
V	202	575	204	981	0,81

Data lain dari 2 persimpangan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Terdapat kendaraan berat yang lebih dari 4 roda yang melewati kedua persimpangan.

2. Prosentase kendaraan berat yang melewati persimpangan Barek lebih kecil dari pada yang melewati persimpangan Kentungan.
3. Sistem pengoperasian Lampu lalu-lintas pada kedua persimpangan adalah sistem *pretimed* yaitu sistem perputaran yang waktu putarannya selalu tetap, baik jumlah *phase*, waktu hijau, dan *interval*-nya (selang waktu).
4. Aktifitas parkir pada daerah pendekat (82 meter dari persimpangan) terdapat pada jalan Kaliurang sebelah Utara pada persimpangan Barek

Selanjutnya dari data yang ada dipresentasikan kedalam lembar kerja (*input worksheet*) seperti terlihat pada lampiran 9 dan 14 dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Jumlah volume pada jam sibuk dipersimpangan diisikan kedalam kotak yang tersedia sesuai dengan petunjuk arah gerakan lalu-lintas. Misalnya jumlah lalu-lintas yang berasal dari lampu lalu-lintas yang berasal dari kaki persimpangan selatan sehingga lalu-lintas yang menuju Utara diisikan pada kotak NB kemudian sesuai petunjuk arahnya diisikan yang belok kiri, lurus, atau yang belok kanan.
2. Pencatatan geometrik jalan di tiap kaki persimpangan pada detail pendekat persimpangan.
3. Dimasukkan data lalu-lintas dan kondisi jalan (*Traffic and Roadway Condition*) pada kolom-kolom yang tersedia.

Kolom 1. Prosentase kemiringan jalan pada tiap kaki persimpangan dimana dalam kasus ini kesemuannya bernilai 0%.

- Kolom 2. Prosentase kendaraan berat yang lebih dari 4 roda yang melewati persimpangan pada masing-masing kaki persimpangan.
- Kolom 3. Aktivitas parkir di daerah pendekat jika ada ditulis "Y" dan bila tidak ada ditulis "N"
- Kolom 4. Jumlah gerakan kendaraan parkir per jam yang masuk atau keluar dari garis parkir di daerah 82 meter dari persimpangan.
- Kolom 5. Jumlah kendaraan bus yang berhenti di halte bus per jam di daerah 82 meter dari persimpangan dimana dalam kasus ini tidak ada maka kolom dikosongkan.
- Kolom 6. Nilai PHF masing-masing kaki persimpangan.
- Kolom 7. Jumlah pejalan kaki yang memakai *cross walk* yang berpengaruh pada gerakan lalu-lintas yang belok kanan, lurus, atau belok kiri diperkirakan 50 per jam (lihat tabel 1 lampiran 29).
- Kolom 8. dan 9 keberadaan pengawasan atau pengontrol khusus untuk pejalan kaki, bila ada ditulis "Y" dan bila tidak ditulis "N"
- Kolom 10. Menggambarkan kelompok atau karakteristik gerakan maju kendaraan pada waktu hijau apabila data untuk beberapa variabel tidak diketahui, maka harga kemungkinan yang dipakai adalah merupakan harga taksiran. Untuk kasus ini diambil 3 (lihat tabel 1 lampiran 29).

7.1.2. Perhitungan Penyesuaian Volume (*Volume Adjustment*)

Hasil perhitungan volume dapat dilihat pada lembar kerja (lihat lampiran 10 dan 15).

1. Pergerakan volume kendaraan pada masing-masing kaki persimpangan selama 1 jam tersibuk dimasukkan kedalam kolom 3.
2. *Peak Hour Factor* (PHF) dimasukkan kedalam kolom 4.
3. Hasil bagi besar arus kendaraan untuk masing-masing arah (belok kiri, lurus, belok kanan) dengan PHF, dimasukkan kedalam kolom 5.
4. Kolom 6 adalah pengelompokan lajur.
5. Jumlah aliran kendaraan per jam dimasukkan kedalam kolom 7.
6. Jumlah lajur terpakai dimasukkan kedalam kolom 8.
7. Kolom 9 diisi dengan kolom manfaat (U) berdasar tabel 2 (lihat lampiran 29) sesuai lajur terpakai.
8. Kolom 10 merupakan hitungan gerakan volume per jam (v) yaitu hasil kali antara kolom 7 (jumlah arus dalam kelompok jalan) dengan kolom 9 (faktor manfaat).
9. Kolom 11 adalah proporsi kendaraan yang belok kiri maupun yang belok kanan yaitu dengan cara membagi kolom 5 (besar arus masing-masing arah) dengan kolom 9 (besar arus per jam pada kelompok jalur).

Contoh perhitungan :

Pada ruas jalan Teknika (EB) - Persimpangan Barek,

Kolom 3. Jumlah volume kendaraan.	- belok kiri	= 111
	- lurus	= 142
	- belok kanan	= 47

Kolom 4. PHF-nya = 0,80

Kolom 5. Penyesuaian besar arus kendaraan untuk masing-masing arah :

$$\text{- Belok kiri} = \frac{111}{0,80} = 139$$

$$\text{- lurus} = \frac{142}{0,80} = 178$$

$$\text{- belok kanan} = \frac{47}{0,80} = 59$$

Kolom 7. Gerakan aliran kendaraan per jam pada kelompok lajur =

$$139 + 178 + 59 = 376$$

Kolom 8. Jumlah kelompok lajur yang terpakai yaitu 2

Kolom 9. Faktor manfaat (U) = 1,05 didapat dari tabel 2 (lihat lampiran 29)

Kolom 10 Adalah penyesuaian gerakan volume kendaraan per jam =

$$372 \times 1,05 = 394$$

Kolom 11. Adalah proporsi kendaraan yang belok kiri dan yang belok ka-

$$\text{nan, - untuk yang belok kiri} = \frac{139}{394} = 0,35 \text{ LT}$$

$$\text{- untuk yang belok kanan} = \frac{59}{394} = 0,15 \text{ RT}$$

7.1.3. Penyesuaian (Modul) Standar Kejenuhan Aliran

Penyesuaian standar kejenuhan arus (*Saturation Flow Adjustment Worksheet*) dapat dilihat pada lembar kerja. (lihat lampiran 11 dan 16)

Prosedur perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Kolom 2 adalah kelompok lajur,
2. Kolom 3 adalah standar kejenuhan arus yang ideal dari tiap-tiap kelompok lajur = p_{cphgpl} ,
3. Kolom 4 adalah jumlah lajur terpakai,

4. Kolom 5 adalah faktor lebar lajur (f_w) yang diambil dari tabel 3 (lihat lampiran 30) berdasarkan lebar 1 lajur,
5. Kolom 6 adalah faktor kendaraan berat (f_{hv}) yang diambil dari tabel 4 (lihat lampiran 30) berdasar prosentase kendaraan berat yang melintas,
6. Kolom 7 adalah faktor kemiringan vertikal (f_g) yang diambil dari tabel 5 (lihat lampiran 30) berdasarkan kemiringan vetikal dalam persen (%),
7. Kolom 8 adalah faktor kendaraan parkir (f_p) yang diambil dari tabel 6 (lihat lampiran 30) berdasar jumlah manuver kendaraan yang parkir/jam,
8. Kolom 9 adalah faktor bis menutup jalan (f_{bb}) diambil dari tabel 7 (lihat lampiran 31) berdasarkam jumlah bis yang berhenti setiap jam,
9. Kolom 10 adalah faktor tipe daerah (f_{ar}) yang diambil dari tabel 8 (lihat lampiran 31) berdasarkan persimpangan itu berada,
10. Kolom 11 adalah faktor belok kanan (f_{RT}) yang diambil berdasarkan sifat keadaan terhadap arus dari depan yang terjadi konflik dengan penyeberang jalan. Oleh karena itu dipilih dari tabel 9-12 HCM 1985 dalam baris ke 5 (sama dengan faktor belok kiri), dalam hal ini memakai prosedur khusus pada lembar kerja (lihat lampiran 33 dan 34).
11. Kolom 12 adalah faktor belok kiri menerus (f_{LT}) yang diambil dari tabel 10 (lihat lampiran 32) yang diambil dengan asumsi yang sama dengan belok kanan menerus pada tabel 9-11 HCM 1985,
12. Kolom 13 adalah hitungan penyesuaian arus (s) dengan cara perkalian kejenuhan arus ideal dengan semua faktor yang ada,

$$s = 1800 \times f_w \times f_{HV} \times f_g \times f_p \times f_{bb} \times f_{ar} \times f_{LT} \times f_{RT}$$

Contoh perhitungan penyesuaian arus (s)

Pada ruas Jl. Teknika (EB) - Persimpangan Barek,

dimana, $N = 2$

$$f_w = 0,92$$

$$f_{HV} = 0,99$$

$$f_g = f_p = f_{bb} = f_{ar} = 1$$

$$f_{LT} = 0,95$$

$$f_{RT} = 0,93$$

$$\begin{aligned} \text{maka } s &= 1800 \times 2 \times 0,92 \times 0,99 \times 1 \times 0,95 \times 0,93 \\ &= 2881 \text{ vphg (kendaraan per jam lampu hijau).} \end{aligned}$$

7.1.4. Analisis Kapasitas (*Capacity Analysis*)

Analisis kapasitas (*Capacity Analysis Worksheet*) dapat dilihat pada lembar kerja (lihat lampiran 12 dan 17)

Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Kolom 2 adalah kelompok lajur,
2. Kolom 3 adalah penyesuaian besar arus per jam (v) yang didapat pada hitungan penyesuaian volume (kolom 10),
3. Kolom 4 adalah penyesuaian arus jenuh (s) yang didapat pada hitungan penyesuaian arus jenuh (kolom 13)
4. Kolom 5 adalah perbandingan arus yang didapat dengan membagi kolom 3 (penyesuaian besar arus per jam) dengan kolom 4,
5. Kolom 6 adalah perbandingan waktu hijau (g) dengan panjang putaran (*cycle time* = C) atau $\frac{g}{C}$,

6. Kolom 7 adalah kapasitas kelompok lajur (c) yang didapat dengan mengalikan kolom 4 (penyesuaian arus jenuh) dengan kolom 6 (perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran),
7. Kolom 8 adalah perbandingan (v) dengan kapasitas (c) yang didapat dengan membagi kolom 3 (besar arus per jam) dengan kolom 7 (kapasitas kelompok lajur) atau $\frac{v}{c}$.

Contoh perhitungannya :

Pada ruas Jl. Teknika (EB) - persimpangan Berek,

Kolom 3. penyesuaian besar arus per jam (v) = 394 kendaraan per jam

Kolom 4. penyesuaian arus jenuh (s) = 288 kendaraan per jam waktu hijau

Kolom 5. perbandingan arus ($\frac{v}{s}$) = $\frac{394}{2881} = 0,137$

Kolom 6. perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran ($\frac{g}{C}$),

waktu hijau (g) pada Jl. Teknika = 15 detik

panjang putaran (C) = 69 detik

$$\frac{g}{C} = \frac{15}{69} = 0,217$$

Kolom 7. besarnya kapasitas pada kelompok lajur (c)

$$= s \times c = 2881 \times 0,217 = 625 \text{ kendaraan per jam}$$

Kolom 8. Perbandingan arus dengan kapasitas ($\frac{v}{c}$) = $\frac{394}{625} = 0,630$

7.1.5. Perhitungan Tingkat Pelayanan (*Level Of Service*)

Perhitungan tingkat pelayanan (*Level of Service Worksheet*) dapat dilihat pada lembar kerja. (lihat lampiran 13 dan 18).

Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Kolom 2 adalah kelompok lajur,
2. Kolom 3 adalah perbandingan volume dengan kapasitas (x) yang didapat pada hitungan *capacity analisis worksheet* (kolom 8),
3. kolom 4 adalah perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran ($\frac{g}{C}$),
4. Kolom 5 adalah panjang putaran *traffic light* (C),
5. Kolom 6 adalah penundaan pertama (d_1) yang didapat dari rumus :

$$d_1 = 0,38 \times C \times \frac{[1-(g/C)]^2}{[1-(g/C) \cdot (X)]} \dots\dots\dots (3-7)$$
6. Kolom 7. adalah kapasitas kelompok lajur (c) yang didapat pada hitungan analisa kapasitas/*capacity Analisis Worksheet* (kolom 7),
7. Kolom 8 adalah penundaan kedua (d_2) yang didapat dari rumus :

$$d_2 = 173 \times X^2 [(X - 1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16 \times X / c)}] \dots\dots\dots (3-8)$$
8. Kolom 9 adalah faktor pergerakan (PF) yang diambil dari tabel 11 (lihat lampiran 32), sistem pengoperasian *traffic light*.
9. Kolom 10 adalah hitungan penundaan kelompok lajur yang didapat dengan menambah kolom 6 (penundaan pertama) dengan kolom 8 (penundaan kedua) lalu dikalikan dengan kolom 9 (faktor pergerakan),
10. kolom 11 adalah tingkat pelayanan kelompok lajur yang didapat dari perhitungan penundaan kelompok lajur dibandingkan dengan kriteria yang ada pada tabel 3.1.
11. Kolom 12 adalah penundaan jalan yang didapat dari hasil hitungan penundaan kelompok lajur.

12. Kolom 13 adalah tingkat pelayanan di daerah pendekat, didapat dari waktu penundaan dibandingkan dengan kriteria yang ada pada tabel 3.1.

13. *Intersection Delay* didapat dari rata-rata waktu penundaan pada daerah pendekat.

Contoh perhitungannya :

Pada rua Jalan Teknika (EB) – persimpangan Barek :

Kolom 3. Perbandingan arus dengan kapasitas $(\frac{V}{C}) = X = 0,630$

Kolom 4. Perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran $(\frac{g}{C}) = 0,217$

Kolom 5. Panjang putaran (*cycle length*) = 69 detik

Kolom 6. Adalah lama waktu penundaan pertama (d_1)

$$d_1 = 0,38 \times 69 \times \frac{[1 - (0,217)]^2}{[1 - (0,217) \times (0,630)]} = 18,62 \text{ detik}$$

Kolom 7. Kapasitas pada kelompok lajur (c) = 625 kendaraan per jam

Kolom 8. Adalah lama waktu penundaan kedua (d_2)

$$d_2 = 173 (0,630)^2 \left[(0,630 - 1) + \sqrt{(0,630 - 1)^2 + ((16) \times (0,630) / 625)} \right] \\ = 1,45 \text{ detik}$$

Kolom 9. Faktor pergerakan (PF) = 1 didapat dari tabel 11 (lihat lampiran 32)

Kolom 10. Lamanya penundaan pada kelompok lajur $(d_1 + d_2)PF$,

$$= (18,62 + 1,45) (1) = 20,07 \text{ detik}$$

Kolom 11. Tingkat pelayanan pada kelompok lajur yang didapat dari waktu penundaan pada kelompok lajur, yang dihubungkan dengan tabel 3.1, didapat LOS-nya adalah C

Kolom 12. Waktu penundaan jalan = Lamanya penundaan pada kelompok lajur = 20,07 detik

Kolom 13. tingkat pelayanan di daerah pendekat adalah C.

Analog dari perhitungan diatas diperoleh waktu penundaan kelompok lajur pada masing-masing ruas jalan persimpangan Berek (lihat lamp. 13).

- Ruas Jl. Kaliurang sebelah Utara = 221,68 detik
LOS-nya = F
- Ruas Jl. Agro = 146,20 detik
LOS-nya = F
- Ruas Jl. Kaliurang sebelah Selatan = 216,39 detik
LOS-nya = F

Kemudian lama penundaan pada persimpangan (*intersection Delay*) didapat dari rata-rata penundaan pada daerah pendekat tersebut.

$$= \frac{(v_{EB} \times 20,07) + (v_{WB} \times 146,20) + (v_{NB} \times 216,39) + (v_{SB} \times 221,68)}{(v_{EB} + v_{WB} + v_{nb} + v_{sb})}$$

dimana v = penyesuaian besar arus (lihat lampiran 4)

$$= \frac{394 \times 20,07 + 866 \times 146,20 + 1218 \times 216,39 + 1379 \times 221,68}{394 + 866 + 1218 + 1379}$$

$$= 182,40 \text{ detik per kendaraan.}$$

Dengan penundaan tersebut dari tabel 3.1 didapat LOS-nya sudah mencapai F. Dimana nilai perbandingan arus aktual dengan arus jenuh $\sum (\frac{v}{s})_{ei} =$

1,298 dan nilai perbandingan arus dengan kapasitas (X_c) = 1,40. Dengan demikian menunjukkan kondisi yang tidak bisa diterima oleh sebagian besar pengemudi, karena pergerakan kendaraan menjadi sangat lambat, sehingga hal ini perlu adanya pemecahan masalah, guna menaikkan tingkat pelayanan pada persimpangan tersebut.

Analog dengan perhitungan diatas pada persimpangan Kentungan (lihat lampiran 14-18), diperoleh waktu penundaan persimpangan (*Intersection Delay*) 284,73 detik per kendaraan, LOS-nya sudah mencapai F. Jumlah perbandingan arus aktual dengan arus jenuh sudah mencapai lebih dari 1 yaitu $\sum (\frac{V}{S})_{ci} = 1,598$, sedangkan besar perbandingan arus dengan kapasitas sudah mencapai lebih dari 1 yaitu (X_c) = 1,69. Dengan kondisi seperti ini, sebagian besar pengemudi tidak bisa menerima, untuk itu perlu adanya pemecahan masalah.

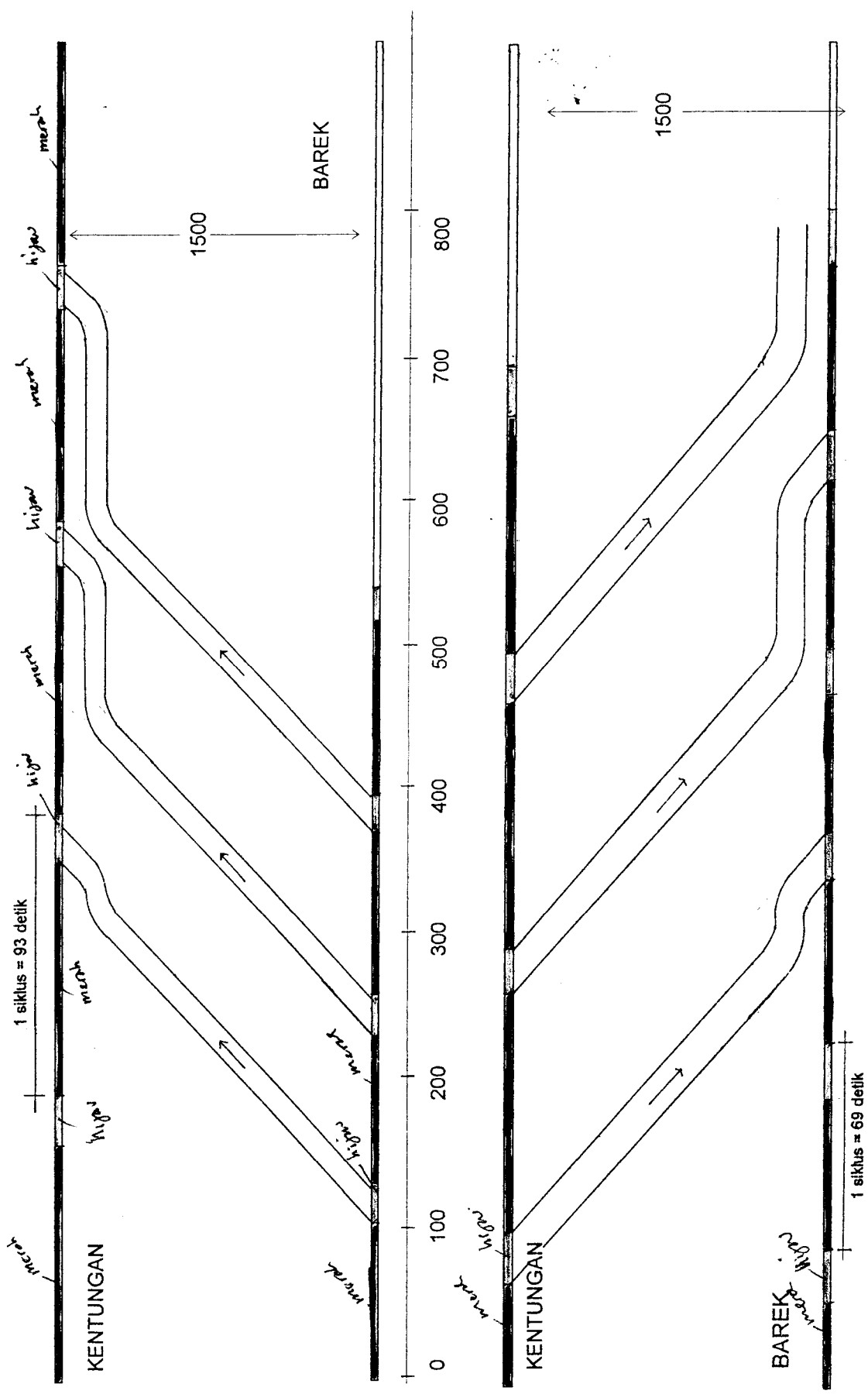
7.2. KOORDINASI ANTAR KEDUA TRAFFIC LIGHT

Dari data lapangan, kecepatan rata-rata kendaraan yang melaju diantara kedua persimpangan adalah (V) = 45 km/jam atau 12,5 m/det. Jarak antara kedua persimpangan Berek - Kentungan adalah 1500 m

Pada persimpangan Berek, panjang putaran (*cycle length*) = 69 detik, waktu hijau Jl. Kaliurang dari arah Utara dan selatan masing-masing = 20 detik.

Pada persimpangan Kentungan panjang putaran (*cycle length*) = 98 detik, waktu hijau Jl. Kaliurang dari arah Utara = 22 detik dan Jl. Kaliurang dari arah selatan = 18 detik.

Berdasarkan gerakan lalu-lintas, volume yang paling padat adalah pada arah lurus Jl. Kaliurang, maka dari data tersebut diatas dapat digambarkan Ilustrasi Koordinasi antar kedua persimpangan yang menggunakan *Traffic Light*.



Gambar 7.1 Ilustrasi koordinasi antar 2 persimpangan dengan menggunakan Traffic Light pada pengamatan

Dari gambar di atas nampak bahwa kendaraan yang bergerak dari arah Selatan ke Utara dengan kecepatan (V) konstan = 45 km/jam, pada putaran pertama tidak terhenti oleh lampu merah pada persimpangan Berek. Tapi pada putaran kedua dan ketiga kendaraan yang bergerak dari arah Selatan ke Utara terhenti oleh lampu merah pada persimpangan Berek. Begitu juga dari arah yang berlawanan (dari Utara ke Selatan), namun demikian pada putaran yang ke sekian akan terjadi gerakan lalu lintas yang menerus lagi tanpa terhenti oleh lampu merah.

Dengan demikian bisa diambil kesimpulan bahwa dengan kondisi *traffic light* sekarang pada kedua persimpangan tersebut tidak memberikan koordinasi yang baik dan hal ini berhubungan dengan waktu penundaan pada persimpangan tersebut (*Intersection Delay*).

7.3. PEMECAHAN MASALAH

Untuk pemecahan masalah ini tidak begitu mudah, karena permasalahannya menjadi sangat kompleks, sehingga perlu adanya studi yang lebih teliti untuk diadakan perencanaan awal kembali.

7.3.1. Pada Persimpangan Berek

Dari analisis diatas, pada persimpangan Berek tingkat pelayanan (LOS) nya sudah mencapai F, dengan waktu penundaan = 182,40 detik per kendaraan, nilai perbandingan arus dengan kapasitas (X_c) = 1,40 dan $\sum (\frac{V}{S})_{ci} = 1,298$. Dengan demikian langkah yang diambil untuk pemecahan masalah ini dengan cara memperlebar jalan pada daerah pendekat, se-

hingga lebar tiap-tiap jalurnya juga bertambah dan dikombinasikan dengan pengaturan panjang putaran *traffic light*-nya.

Masing-masing ruas jalan tersebut diperlebar menjadi sebagai berikut:

1. Jl. Teknika = 13,00 m
2. Jl. Kaliurang ruas Utara = 17,50 m
3. Jl. Agro = 13,00 m
4. Jl. Kaliurang ruas Selatan = 16,50 m

Dengan perubahan tersebut ditinjau kembali pada lembar kerja (lihat lampiran 19 – 22) dan didapat $\sum (\frac{V}{S})_{ci} = 0,88$.

Pengaturan panjang putaran (*cycle length*) dengan menggunakan rumus (3-5)

$$C = L \cdot X_c / [X_c - \sum (\frac{V}{S})_{ci}]$$

Karena X_c lebih besar dari 1 maka harga X_c diasumsikan = 1 dan L (*lost time*) diambil = 6 detik,

$$C = \frac{6 \times 1}{1 - 0,88} = 50 \text{ detik}$$

$$X_c = \sum (\frac{V}{S})_{ci} \times \frac{C}{(C-L)}$$

$$X_c = \frac{0,88 \times 50}{50 - 6} = 0,999$$

Menghitung waktu hijau (*green time*) dengan rumus (3-6)

$$g_i = (\frac{V}{S})_i \times (\frac{C}{X_c})$$

dimana $(\frac{V}{S})_i$ didapat dari lembar kerja analisis kapasitas (lihat lampiran 22)

$$g \text{ (NB)} = 0,27 \times \frac{50}{0,999} = 14 \text{ detik}$$

$$g \text{ (SB)} = 0,29 \times \frac{50}{0,999} = 15 \text{ detik}$$

$$\textit{Lost Time} = 6 \text{ detik}$$

$$\textit{Cycle Length} = 50 \text{ detik}$$

Menghitung perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran ($\frac{g}{C}$)

$$\frac{g}{C} \text{ (EB/WB)} = \frac{15}{50} = 0,30$$

$$\frac{g}{C} \text{ (NB)} = \frac{14}{50} = 0,28$$

$$\frac{g}{C} \text{ (SB)} = \frac{15}{50} = 0,30$$

dari data diatas ditinjau kembali perhitungan tingkat pelayanannya pada lembar kerja (lihat lampiran 23).

Dari hasil perhitungan tersebut didapat waktu penundaan sudah menurun dari 370,40 detik per kendaraan menjadi 28,331 detik per kendaraan, dengan demikian LOS-nya naik menjadi D. Tingkat pelayanan tersebut dianggap sudah memberikan pelayanan yang baik.

7.3.2. Pada Persimpangan Kentungan

Dari analisis diatas, pada Persimpangan Kentungan tingkat pelayanan (LOS) nya sudah mencapai F, dengan waktu penundaan = 893,93 detik per kendaraan, nilai perbandingan arus dengan kapasitas (X_c) = 1,69 dan $\sum (\frac{V}{S})_{ci} = 1,598$. Dengan demikian langkah yang diambil untuk pemecahan masalah ini dengan cara memperlebar jalan pada daerah pendekat,

sehingga lebar tiap-tiap jalurnya juga bertambah dan dikombinasikan dengan pengaturan panjang putaran *traffic light*-nya.

Masing-masing ruas jalan tersebut diperlebar menjadi sebagai berikut:

1. Jl. Ring Road Barat = 25,25 m
2. Jl. Kaliurang ruas Utara = 17,40 m
3. Jl. Ring Road Timur = 25,25 m
4. Jl. Kaliurang ruas Selatan = 17,40 m

Dengan perubahan tersebut ditinjau kembali pada lembar kerja (lihat lampiran 24 – 27) dan didapat $\sum (\frac{v}{s})_{ci} = 0,93$.

Pengaturan panjang putaran (*cycle length*) dengan menggunakan rumus (3-5)

Karena X_c lebih besar dari 1 maka harga X_c diasumsikan = 1 dan L (*lost time*) diambil = 6 detik,

$$C = \frac{6 \times 1}{1 - 0,93} = 83 \text{ detik}$$

$$X_c = \sum (\frac{v}{s})_{ci} \times \frac{C}{(C-L)}$$

$$X_c = \frac{0,93 \times 83}{83 - 6} = 1,002$$

Menghitung waktu hijau (*green time*) dengan rumus (3-6)

dimana $(\frac{v}{s})_i$ didapat dari lembar kerja analisis kapasitas (lihat lampiran 27)

$$g \text{ (EB)} = 0,21 \times \frac{83}{1,002} = 17 \text{ detik}$$

$$g \text{ (WB)} = 0,20 \times \frac{83}{1,002} = 17 \text{ detik}$$

$$g \text{ (NB)} = 0,26 \times \frac{83}{1002} = 21 \text{ detik}$$

$$g \text{ (SB)} = 0,27 \times \frac{83}{1002} = 22 \text{ detik}$$

$$\text{Lost Time} = 6 \text{ detik}$$

$$\text{Cycle Length} = 83 \text{ detik}$$

Menghitung perbandingan waktu hijau dengan panjang putaran ($\frac{g}{C}$)

$$\frac{g}{C} \text{ (EB)} = \frac{17}{83} = 0,205$$

$$\frac{g}{C} \text{ (WB)} = \frac{17}{83} = 0,205$$

$$\frac{g}{C} \text{ (NB)} = \frac{21}{83} = 0,250$$

$$\frac{g}{C} \text{ (SB)} = \frac{22}{83} = 0,265$$

dari data diatas ditinjau kembali perhitungan tingkat pelayanannya pada lembar kerja (lihat lampiran 28).

Dari hasil perhitungan tersebut didapat waktu penundaan sudah menurun dari 893,93 detik per kendaraan menjadi 56,07 detik per kendaraan, dengan demikian LOS-nya naik menjadi E. Tingkat pelayanan tersebut dianggap sudah memberikan pelayanan yang cukup.

7.3.3. Koordinasi Antar Kedua *Traffic Light*

Dari hasil pembahasan tingkat pelayanan pada kedua persimpangan, dengan panjang putaran *traffic light (cycle length)* yang baru, hubungan koordinasi dari kedua persimpangan tersebut bisa dilihat kembali.

Data *traffic light* yang baru adalah sebagai berikut :

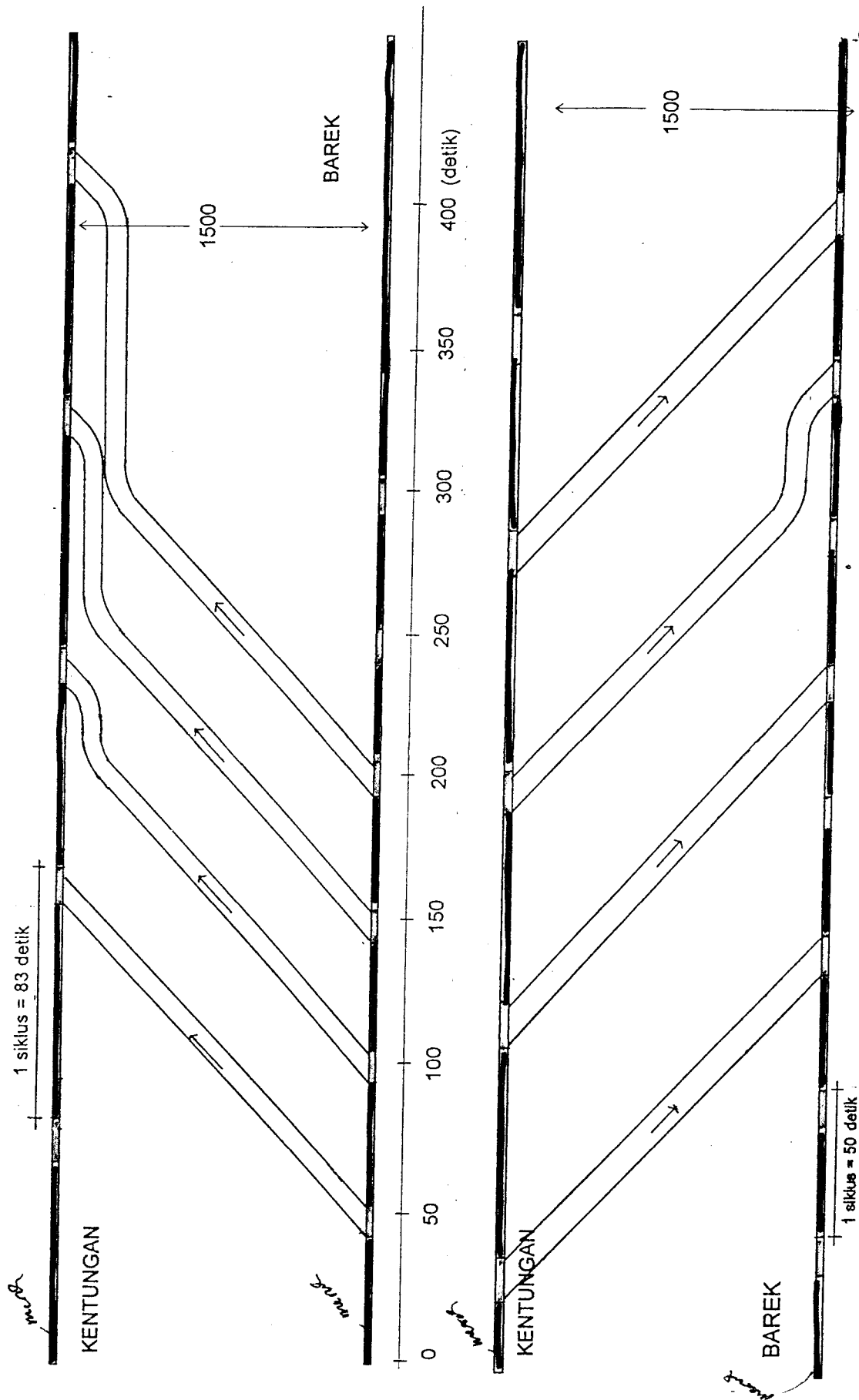
Pada persimpangan Berek terdapat 3 phase dengan panjang putaran (*cycle length*) = 50 detik

- waktu hijau Jl. Kaliurang ruas Utara = 15 detik
- waktu hijau Jl. Kaliurang ruas Selatan = 14 detik
- waktu hijau Jl. Teknika & Jl Agro = 15 detik

Pada persimpangan Kentungan terdapat 4 phase dengan panjang putaran (*cycle length*) = 83 detik

- waktu hijau Jl. Kaliurang ruas Utara = 22 detik
- waktu hijau Jl. Kaliurang ruas Selatan = 21 detik
- waktu hijau Jl. Ring Road Barat = 17 detik
- waktu hijau Jl. Ring Road Timur = 17 detik

Dengan data diatas bisa dilihat ilustrasi koordinasi antar dua persimpangan seperti gambar (7.2) disebelah.



Gambar 7.2. Ilustrasi koordinasi antar 2 persimpangan dengan menggunakan Traffic Light setelah redesign

Dari gambar 7.2. terlihat adanya gerakan kendaraan dengan kecepatan (V) konstan yang menuju ke persimpangan berikutnya tidak selalu mendapatkan lampu hijau, hal ini dikarenakan panjang putaran (*cycle length*) pada kedua persimpangan tidak sama. Apabila dibuat sama, maka tingkat pelayanan (LOS) nya pada salah satu persimpangan akan menurun ke F artinya waktu penundaan rata-rata (*Intersection Delay*) per kendaraan menjadi naik (lama)

Dengan demikian untuk mendapatkan tingkat pelayanan dan koordinasi yang baik perlu adanya studi yang lebih teliti dari berbagai aspek.

7.4. PANJANG WAKTU PENURUNAN TINGKAT PELAYANAN

Setelah masalah tingkat pelayanan sudah terpecahkan, dan diperoleh tingkat pelayanan yang cukup baik, maka tingkat pelayanan suatu jalan dalam hal ini adalah persimpangan jalan, lama-lama akan menurun seiring dengan laju pertumbuhan pemilikan kendaraan.

Dengan kondisi persimpangan yang tidak berubah, baik geometrik jalan, *traffic light* dan tanda-tanda yang ada, maka tingkat pelayanan tersebut akan menjadi buruk (LOS-nya menjadi E) dengan waktu penundaan ≥ 40 detik perkendaraan. Penurunan tingkat pelayanan tersebut dihitung dengan rumus (3-7), (3-8) dan (3-9).

Berikut data yang diperlukan untuk menghitung penurunan tingkat pelayanan dikedua persimpangan :

c = kapasitas kelompok jalur

PF = faktor pergerakan (*progression faktor*)

PHF = faktor jam sibuk

U = faktor utilitas

V = volume kendaraan yang terjadi sekarang dalam vph
(kendaraan per jam)

Data diatas untuk persimpangan Berek terdapat pada lampiran 11-15
sedangkan untuk persimpangan Kentungan terdapat pada lampiran 16-20.

Dari data yang ada itu selanjutnya dihitung lama waktu tingkat
pelayanan menuju LOS E dengan waktu penundaan 40 detik perkenda-
raan.

Contoh perhitungan :

Pada persimpangan Berek (lihat lampiran 19 - 23)

1. Ruas Jl. Teknika

c = 695 kendaraan per jam

PF = 1

PHF = 0,80

U = 1,05

V = 300 kendaraan per jam

$$d_1 = 0,38 \times C \times \frac{[1-(g/C)]^2}{[1-(g/C).(X)]}$$

dinamakan $\frac{g}{C} = 0,23$; C = 43

$$d_1 = 0,38 \times 43 \times \frac{[1-0,23]^2}{[1-0,23X]}$$

$$d_1 = \frac{9,69}{(1-0,23X)}$$

$$d_2 = 173 X^2 [(X - 1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16X/c)}]$$

$$d_2 = 173 X^2 [(X - 1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16X/695)}]$$

$(d_1 + d_2)PF = 40$ detik, karena PF = 1

$$\text{maka } \frac{9,69}{(1-0,23X)} + 173 X^2 [(X - 1) + \sqrt{(X-1)^2 + (16X/695)}]$$

dengan cara trial didapat $X = 1,004$

$$\begin{aligned} V_n &= (X \cdot c \cdot \text{PHF}) / U \\ &= (1,004 \times 695 \times 0,80) / 1,05 \\ &= 530 \text{ kendaraan per jam} \end{aligned}$$

$$V_n = (1+0,05)^n V$$

$$530 = (1+0,05)^n (300)$$

$$n = 11,60 \text{ tahun}$$

Analog dengan perhitungan diatas, didapat n pada ruas jalan yang lain.

$$\text{Ruas Jl. Kaliurang sebelah Utara, } n = 10,40 \text{ tahun}$$

$$\text{Ruas Jl. Agro, } n = 9,2 \text{ tahun}$$

$$\text{Ruas Jl. Kaliurang sebelah Selatan, } n = 10,70 \text{ tahun}$$

Untuk persimpangan Kentungan :

$$\text{Ruas Jl. Kaliurang sebelah Utara, } n = 1,16 \text{ tahun}$$

$$\text{Ruas Jl. Ring Road Barat, } n = 1,02 \text{ tahun}$$

$$\text{Ruas Jl. Kaliurang sebelah Selatan, } n = 1,65 \text{ tahun}$$

$$\text{Ruas Jl. Ring Road Timur, } n = 1,93 \text{ tahun}$$

Dari nilai n tersebut, maka tingkat pelayanan dengan lama penundaan 40 detik per kendaraan diambil harga n yang terkecil, dengan demikian pada persimpangan Berek LOS-nya akan menjadi E dalam waktu 9,2 tahun mendatang. Pada persimpangan Kentungan LOS-nya akan menjadi F dalam waktu 1,02 tahun mendatang. Tetapi kondisi ini akan terjadi pada jam-jam tertentu yang lalu-lintasnya benar-benar sibuk. Sedangkan dalam penelitian ini data yang dipakai yaitu besar volume lalu-lintas pada setiap kaki persimpangan yang waktu sibuknya berbeda, tetapi pada

kenya- taannya pada semua kaki persimpangan jarang terjadi lalu-lintas yang sibuk dalam waktu yang sama.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Sesuai dengan pembatasan masalah pada penelitian ini yaitu tingkat pelayanan pada dua persimpangan dan koordinasi antar dua persimpangan tersebut, dari hasil analisis dan pemecahan masalah dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat pelayanan pada persimpangan jalan ditentukan oleh lamanya waktu penundaan. Hal ini banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah meningkatnya perkembangan pemilikan suatu kendaraan didaerah perkotaan, dimana jumlah tersebut akan berpengaruh pada besar volume lalu-lintas pada jalan-jalan tertentu yang menghubungkan pusat-pusat kegiatan dan aktifitas manusia. Sehingga hal ini mengakibatkan nilai perbandingan arus kendaraan dengan kapasitas jalan semakin besar dan tingkat pelayanan suatu jalan akan menurun.
2. Tingkat pelayanan pada kedua persimpangan tersebut pada saat sekarang sudah mencapai tingkat pelayanan F dengan lama penundaan pada persimpangan Berek = 182,40 detik per kendaraan, pada persimpangan Kentungan = 284,73 detik per kendaraan. Dengan keadaan seperti ini sulit un-

tuk bisa diterima oleh sebagian besar pengemudi karena dengan lamanya penundaan tersebut mengakibatkan waktu perjalanan menjadi lama. Tetapi setelah diadakan pemecahan masalah yaitu dengan pelebaran jalan pada daerah pendekat sehingga berpengaruh pada besarnya kapasitas kelompok jalur dan dikombinasikan dengan pengaturan panjang putaran *traffic light*-nya diperoleh tingkat pelayanan yang lebih baik yaitu LOS D dengan lama penundaan pada persimpangan Berek = 28,331 detik per kendaraan, pada persimpangan Kentungan = 56,07 detik per kendaraan (LOS E). Lama penundaan tersebut adalah wajar karena sistem pengoperasian *traffic light*-nya adalah sistem *pretimed* dan dalam penelitian ini berdasarkan lalu-lintas pada jam sibuk disetiap kaki persimpangan. Dengan demikian tingkat pelayanan pada kenyataannya bisa lebih baik dengan LOS C atau B dengan waktu penundaan per kendaraan dibawah 15 detik.

3. Dari hasil analisa pada dua persimpangan tersebut tidak didapat adanya koordinasi yang baik karena arus lalu-lintas yang menerus yaitu pada jalan Kaliurang dari arah Utara dan dari arah Selatan yang melewati phase hijau pada persimpangan pertama sering terhenti oleh lampu merah pada persimpangan berikutnya, hal ini mengakibatkan waktu perjalanan menjadi tertunda.

Untuk koordinasi ini ternyata tidak begitu mudah pemecahannya karena berhubungan dengan tingkat pelayanan yang ditentukan oleh waktu penundaan dari masing-masing ruas jalan. Dalam kasus ini tingkat pelayanan pada dua persimpangan setelah diadakan pemecahan masalah sudah naik menjadi D, tetapi dua persimpangan yang jaraknya relatif berdekatan tersebut tidak memberikan adanya koordinasi yang baik, dikarenakan panjang putaran *traffic light* pada dua persimpangan tersebut tidak sama.

6.2. SARAN

Dari tinjauan dan analisis pada dua persimpangan yaitu persimpangan Berek dan persimpangan Kentungan kemudian pemecahan masalah, dimana tingkat pelayanan sangat rendah, sehingga perlu adanya alternatif lain untuk pemecahan masalah ini. Dalam penelitian ini pembahasan masalah yang dilakukan adalah dengan pelebaran jalan pada daerah pendekat dan pengaturan panjang putaran *traffic light* nya. Tetapi dengan perubahan tersebut tingkat pelayanan hanya mampu bertahan 9,2 tahun pada persimpangan Berek dan 1,02 tahun pada persimpangan Kentungan, maka kami coba memberi saran yang mungkin bisa untuk meningkatkan pelayanan yang lebih baik.

1. Diadakan pengaturan rute bus kota dan jam keberangkatannya, karena dari pengamatan dilapangan pada jalan yang dilewati rute bus kota memberikan arus lalulintas yang tinggi dalam periode yang pendek sehingga menurunkan tingkat pelayanan pada jalan tersebut yang mengakibatkan rata-rata waktu penundaan pada persimpangan menjadi lama.
2. Pemasangan rambu-rambu lalu-lintas, dalam hal ini marka jalan pada daerah pendekat, tanda dilarang berhenti atau memutar arah, tanda dilarang menurunkan penumpang didaerah pendekat, dll. Karena dengan adanya rambu-rambu yang jelas para pemakai jalan bisa menempatkan kendaraan pada jalur yang tersedia saat menunggu lampu hijau. Hal ini berpengaruh pada kapasitas jalur yang tersedia juga terhadap waktu penundaan. Tetapi tidak kalah pentingnya tindakan petugas terhadap pemakai jalan yang melanggar tata tertib berlalu-lintas sehingga masyarakat diajak lebih berdisiplin.
3. Diadakan studi kelayakan yang lebih luas mengenai jaringan arus lalu-lintas yang menuju persimpangan jalan tersebut. Karena pemecahan masalah pada suatu persimpangan bisa menimbulkan masalah baru ditempat lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Clarkson H. Oglesby and R. Gary Hicks, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta, 1988.
2. Carlton C. Robinson, *Highway Capacity Manual*, Special Report 209, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, USA, 1985.
3. DLLAJR
4. Malkhamah Siti, *Survey Lalu-lintas dan Pengantar Manajemen Lalu-lintas*, KMTS UGM 1994.
5. Salter RJ, *Highway Traffic Analysis and Design*, Mc Millan Press Ltd, 1974.
6. Sukirman Silvia, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, 1994.
7. ———, *Produk Standar Untuk Jalan Perkotaan*, Dit-Jen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 1987.
8. ———, *Traffic Engineering Terminology*, Dit-Jen Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 1994

PENUTUP

Demikianlah penulisan “Tugas Akhir” yang dapat penyusun wujudkan. Penyusun mengakui dengan kesadaran bahwa hasil penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan dan memerlukan penyempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan keterbatasan waktu penyusunan.

Akhirnya semoga penulisan “Tugas Akhir” ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, kritik dan saran pembaca sangat penyusun harapkan.

L
A
M
P
I
R
A
N

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Barek
 Tanggal : 6 Mei 1996
 Jam : 07.00 - 09.00
 Tempat perhitungan : Utara

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	6	1	34	4	19	
07.15 - 07.30	10		31	5	20	
07.30 - 07.45	13	1	28	2	24	
07.45 - 08.00	11		26	4	19	83
08.00 - 08.15	10		25	3	18	
08.15 - 08.30	15	1	25	5	27	
08.30 - 08.45	6		27	2	13	
08.45 - 09.00	4		22	3	12	69
Lurus						
07.00 - 07.15	130	1	355	47	245	
07.15 - 07.30	117		363	61	239	
07.30 - 07.45	120	1	353	49	235	
07.45 - 08.00	157		277	29	241	960
08.00 - 08.15	122		254	40	205	
08.15 - 08.30	150	1	276	42	243	
08.30 - 08.45	123		252	38	205	
08.45 - 09.00	114		261	46	202	855
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	15	2	18	1	26	
07.15 - 07.30	13	3	35		31	
07.30 - 07.45	24	2	44		41	
07.45 - 08.00	25	1	50	2	42	139
08.00 - 08.15	23	2	37		38	
08.15 - 08.30	25	1	26		35	
08.30 - 08.45	13	2	13	2	23	
08.45 - 09.00	7	3	15		20	116
Total	1252	22	2847	385	2222	2222

Sumber : Data Primer 06 / Mei / 1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Barek
 Tanggal : 6 Mei 1996
 Jam : 07.00 - 09.00
 Tempat perhitungan : Timur

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	4	1	23	4	15	
07.15 - 07.30	3		18	5	10	
07.30 - 07.45	-		10	2	4	
07.45 - 08.00	1		12	4	6	34
08.00 - 08.15	3		14	5	9	
08.15 - 08.30	1	1	8	2	7	
08.30 - 08.45	-		9	3	4	
08.45 - 09.00	1		12	3	6	26
Lurus						
07.00 - 07.15	11	24	37	29	107	
07.15 - 07.30	7	29	49	61	137	
07.30 - 07.45	8	26	54	47	123	
07.45 - 08.00	7	32	61	49	143	509
08.00 - 08.15	5	33	52	46	141	
08.15 - 08.30	7	30	20	37	120	
08.30 - 08.45	8	28	33	42	122	
08.45 - 09.00	5	26	29	41	111	494
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	11	2	27	1	24	
07.15 - 07.30	12	3	29		29	
07.30 - 07.45	11	4	14		26	
07.45 - 08.00	15	3	19	2	30	109
08.00 - 08.15	16	2	31		30	
08.15 - 08.30	14	3	23		28	
08.30 - 08.45	11	2	26	2	24	
08.45 - 09.00	12	5	28		34	117
Total	175	254	639	365	1290	1290

Sumber : Data Primer 06 / Mei / 1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Berek
 Tanggal : 6 Mei 1996
 Jam : 12.00 - 14.00
 Tempat perhitungan : Selatan

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	8		27	2	16	
07.15 - 07.30	3		24	5	11	
07.30 - 07.45	5	1	24	4	17	
07.45 - 08.00	5		27	4	14	58
08.00 - 08.15	1		24	2	8	
08.15 - 08.30	3		13	5	8	
08.30 - 08.45	4		22	3	11	
08.45 - 09.00	5		20	3	12	40
Lurus						
07.00 - 07.15	125	4	270	49	229	
07.15 - 07.30	126	6	282	61	245	
07.30 - 07.45	130	4	296	47	239	
07.45 - 08.00	137	5	307	29	243	957
08.00 - 08.15	137	4	228	41	241	
08.15 - 08.30	137	5	281	42	243	
08.30 - 08.45	117	6	282	37	224	
08.45 - 09.00	105	7	312	46	227	935
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	7	1	14	1	14	
07.15 - 07.30	3		10		5	
07.30 - 07.45	2		6		4	
07.45 - 08.00	4		4	2	6	29
08.00 - 08.15	3		4		4	
08.15 - 08.30	4		6		6	
08.30 - 08.45	5		9	2	9	
08.45 - 09.00	4		6		6	24
Total	1082	43	2560	385	2043	2043

Sumber : Data Primer 06 /Mei /1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Barek
 Tanggal : 6 Mei 1996
 Jam : 12.00 - 14.00
 Tempat perhitungan : Barat

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor	SMP / PCU	
Belok kiri						
07.00 - 07.15	19	1	27	2	30	
07.15 - 07.30	23		15	5	30	
07.30 - 07.45	15		24	4	23	
07.45 - 08.00	21		23	4	28	111
08.00 - 08.15	12		14	2	17	
08.15 - 08.30	16	1	17	5	26	
08.30 - 08.45	15		23	3	22	
08.45 - 09.00	16		18	3	22	88
Lurus						
07.00 - 07.15	4	1	33	49	40	
07.15 - 07.30	5		31	61	44	
07.30 - 07.45	3		23	47	32	
07.45 - 08.00	3		37	29	27	142
08.00 - 08.15	1	1	40	41	32	
08.15 - 08.30	1		31	42	33	
08.30 - 08.45	-		33	37	27	
08.45 - 09.00	3		36	46	35	126
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	5		20	1	11	
07.15 - 07.30	8		10		11	
07.30 - 07.45	7		24		13	
07.45 - 08.00	4	1	17	2	12	47
08.00 - 08.15	10		22		15	
08.15 - 08.30	4		19		9	
08.30 - 08.45	3		12	2	7	
08.45 - 09.00	3		17		7	37
Total	203	5	566	385	552	552

Sumber : Data Primer 06 /Mei /1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Kentungan
 Tanggal : 7 Mei 1996
 Jam : 07.00 - 09.00
 Tempat perhitungan : Utara

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	18	4	85	4	53	
07.15 - 07.30	21	2	83	5	50	
07.30 - 07.45	27	2	70	8	55	
07.45 - 08.00	21	1	54	12	44	202
08.00 - 08.15	21	-	53	4	36	
08.15 - 08.30	21	2	61	1	43	
08.30 - 08.45	26	1	71	8	51	
08.45 - 09.00	14	2	60	5	38	167
Lurus						
07.00 - 07.15	90	2	256	21	171	
07.15 - 07.30	61	1	263	16	138	
07.30 - 07.45	66	2	210	16	133	
07.45 - 08.00	68	-	203	30	134	575
08.00 - 08.15	67	2	201	11	129	
08.15 - 08.30	59	1	195	12	117	
08.30 - 08.45	57	3	196	11	121	
08.45 - 09.00	62	1	175	9	113	479
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	30	1	50	-	46	
07.15 - 07.30	47	5	56	13	83	
07.30 - 07.45	29	-	53	10	47	
07.45 - 08.00	12	2	36	3	29	204
08.00 - 08.15	24	-	42	4	37	
08.15 - 08.30	24	2	36	2	40	
08.30 - 08.45	34	3	48	4	57	
08.45 - 09.00	25	2	32	1	40	173
Total	924	41	2588	210	1799	1799

Sumber : Data Primer 07/ Mei/ 1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Kentungan
 Tanggal : 7 Mei 1996
 Jam : 07.00 - 09.00
 Tempat perhitungan : Barat

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	13	-	15	15	24	
07.15 - 07.30	5	1	30	13	22	
07.30 - 07.45	10	-	26	23	28	
07.45 - 08.00	19	3	46	22	51	125
08.00 - 08.15	14	3	30	18	40	
08.15 - 08.30	16	2	32	15	38	
08.30 - 08.45	14	4	30	16	42	
08.45 - 09.00	12	3	30	10	34	152
Lurus						
07.00 - 07.15	60	12	200	62	177	
07.15 - 07.30	52	11	180	94	177	
07.30 - 07.45	57	12	169	168	219	
07.45 - 08.00	62	30	152	58	219	792
08.00 - 08.15	57	25	143	12	174	
08.15 - 08.30	50	25	103	7	154	
08.30 - 08.45	57	19	114	10	148	
08.45 - 09.00	50	20	110	9	142	618
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	40	10	152	15	116	
07.15 - 07.30	32	4	91	21	77	
07.30 - 07.45	23	5	95	41	82	
07.45 - 08.00	32	2	122	24	81	356
08.00 - 08.15	35	5	81	6	73	
08.15 - 08.30	29	3	74	2	58	
08.30 - 08.45	33	9	77	4	81	
08.45 - 09.00	30	4	75	4	63	275
Total	802	212	2177	669	2317	2317

Sumber : Data Primer 7 / Mei / 1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Kentungan
 Tanggal : 7 mei 1996
 Jam : 12.00 - 14.00
 Tempat perhitungan : Selatan

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
07.00 - 07.15	20	4	62	4	50	
07.15 - 07.30	24	2	40	5	43	
07.30 - 07.45	30	2	27	8	47	
07.45 - 08.00	24	1	41	12	43	182
08.00 - 08.15	26	5	17	5	48	
08.15 - 08.30	26	6	24	2	51	
08.30 - 08.45	31	6	35	9	62	
08.45 - 09.00	19	8	24	6	52	213
Lurus						
07.00 - 07.15	96	8	258	10	190	
07.15 - 07.30	61	8	127	6	120	
07.30 - 07.45	60	7	78	7	104	
07.45 - 08.00	68	7	136	25	136	549
08.00 - 08.15	45	6	154	61	132	
08.15 - 08.30	33	7	131	62	118	
08.30 - 08.45	45	7	135	62	131	
08.45 - 09.00	50	7	124	59	132	512
Belok Kanan						
07.00 - 07.15	18	3	40	-	37	
07.15 - 07.30	35	7	28	9	68	
07.30 - 07.45	17	2	25	10	34	
07.45 - 08.00	8	4	11	4	25	164
08.00 - 08.15	24	5	19	10	49	
08.15 - 08.30	24	6	23	8	52	
08.30 - 08.45	27	6	35	10	59	
08.45 - 09.00	22	6	19	7	48	208
Total	833	130	1613	401	1827	1827

Sumber : Data Primer 7/ Mei / 1996

Perhitungan Kepadatan Lalu-lintas pada persimpangan

Nama Persimpangan : Kentungan
 Tanggal : 7 mei 1996
 Jam : 12.00 - 14.00
 Tempat perhitungan : Timur

Arah dan waktu	Jenis Pekerjaan				Total SMP / PCU	Total per jam
	MP (car)	Truk / Bus	Sepeda Motor	kendaraan tak bermotor		
Belok kiri						
12.00 - 12.15	25	4	26	5	46	
12.15 - 12.30	17	5	41	3	44	
12.30 - 12.45	22	4	37	13	50	
12.45 - 13.00	31	7	57	12	72	212
13.00 - 13.15	30	4	24	30	63	
13.15 - 13.30	32	3	26	37	66	
13.30 - 13.45	30	5	24	38	70	
13.45 - 14.00	28	4	24	32	62	261
Lurus						
12.00 - 12.15	46	19	105	26	142	
12.15 - 12.30	28	18	85	30	118	
12.30 - 12.45	33	19	74	52	135	
12.45 - 13.00	38	37	50	26	175	570
13.00 - 13.15	33	24	107	27	145	
13.15 - 13.30	38	24	67	22	138	
13.30 - 13.45	33	18	78	25	119	
13.45 - 14.00	29	19	84	24	119	521
Belok Kanan						
12.00 - 12.15	26	5	86	5	65	
12.15 - 12.30	18	1	22	7	30	
12.30 - 12.45	9	2	26	21	32	
12.45 - 13.00	18	2	15	15	35	165
13.00 - 13.15	22	3	48	1	44	
13.15 - 13.30	14	1	41	2	28	
13.30 - 13.45	20	7	41	1	52	
13.45 - 14.00	17	2	42	1	34	158
Total	637	237	1230	455	1883	1883

Sumber : Data Primer 7 / Mei / 1996

SA Barek obsevation

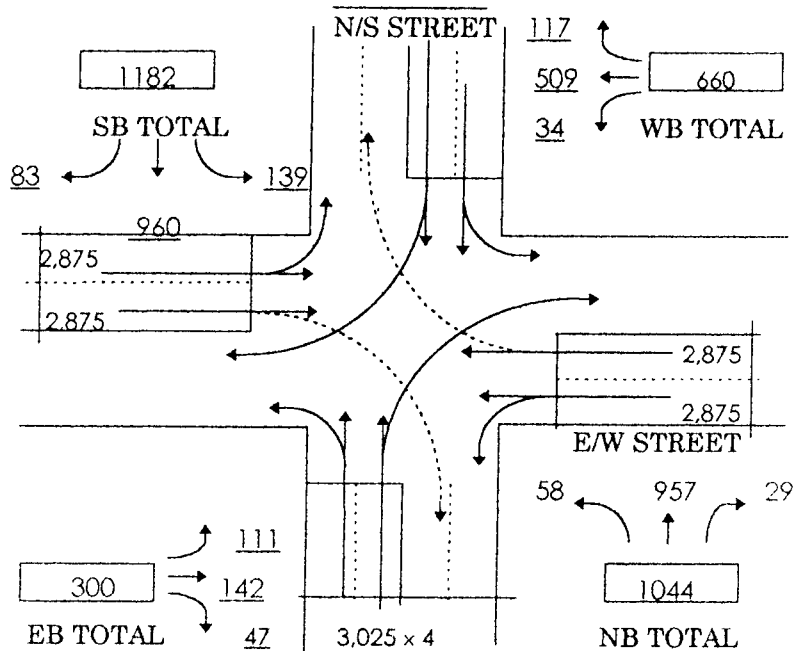
INPUT WORKSHEET

Intersection : Jl. Kaliurang – Jl. Teknika – Jl. Kaliurang – Jl. Agro. Date : 6 Mei 1996

Analisis : TA - TEAM Time Period Analisis: _____ Area Type : CBD Other

Project No : _____ City / State : Yogyakarta

VOLUME AND GEOMETRICS



IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or pointed)
7. Bus stops

TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

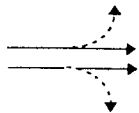
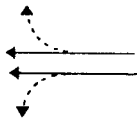


Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. lane		Buses (N _b)	PHF	Conf. Peds. (peds. / hr)	Pedestrian Button		Arr Type
			Y or N	N _m				Y or N	Min. Timming	
EB	0	2	N	-	-	0,85	50	N	-	3
WB	0	24	N	-	-	0,85	50	N	-	3
NB	0	6	N	-	-	0,90	50	N	-	3
SB	0	2	Y	20	-	0,90	50	N	-	3

Grade: + up, - down
 HV: veh. with more than 4 wheels
 N_m: Prg. maneuvers / hr
 N_b: Buses stopping / hr
 PHF: peak hour factor
 Conf. Peds: Conflicting peds. / hr
 Min. Timming: min. green for pedestrian crossing
 Arr Type: Type 1 - 5

PHASING

DIAGRAM	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing
	G = 15 Y+R = 54	G = 20 Y+R = 49	G = 20 Y+R = 49	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =
Pre timed or actuated								
	protected turn		permitted turns		Pedestrian	Cycle Length <u>69</u> Sec		

VOLUME ADJUSTMENT WORKSHEET										
① Appr	② Mvt	③ Mvt Volume (vph)	④ Peak Hour factor PHF	⑤ Flow rate v_p vph (③ ÷ ④)	⑥ Lane Group	⑦ Flow rate in Line Group V_g (vph)	⑧ Number of Lanes N	⑨ Lane Utilization Factor U Table 9-4	⑩ Adj Flow v (vph) (⑦ × ⑨)	⑪ Prop of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	111	0,80	139				1,0		0,35 LT
	TH	142	0,80	178		376	2	1,05	394	
	RT	47	0,80	59				1,0		0,15 RT
WB	LT	34	0,80	43				1,0		0,05 LT
	TH	509	0,80	636		825	2	1,05	866	
	RT	117	0,80	146				1,0		0,17 RT
NB	LT	58	0,90	68				1,0		0,05LT
	TH	957	0,90	1092		1160	2	1,05	1218	
	RT	29	0,90	33				1,0		0,03 RT
SB	LT	83	0,90	92				1,0		0,07 LT
	TH	960	0,90	1067		1313	2	1,05	1379	
	RT	139	0,90	154				1,0		0,11 RT

CAPACITY ANALYSIS WORKSHEET								
LANE GROUP		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
① Appr	② Line Group Movements	Adj Flow Rate v (vph)	Adj Sat Flow Rate s (vphg)	Flow Rate v/s (③ ÷ ④)	Green Ratio g/C	Lane Group Capacity c (vph) (① × ⑥)	v/c Ratio X (③ ÷ ⑦)	Critical ? Lane Group
EB		394	2881	0,137	0,217	625	0,630	
WB		866	2785	0,311	0,217	604	1,433	✓
NB		1218	3215	0,379	0,289	929	1,311	✓
SB		1379	2930	0,472	0,289	844	1,634	✓
Cycle length, C <u>69</u> sec		$\sum_i (v/s)_{ci} = \underline{1,2987}$						
Lost Time Per Cycle, L <u>5</u> sec		$X_c = \frac{\sum (v/s)_a \times C}{C-L} = \underline{1,400}$						

LEVEL OF SERVICE WORKSHEET												
Lane Group		First Term delay				Second Term Delay				Total Delay & LOS		
① Appr	② Lane group move- mnts	③ v/c Ratio x	④ Green Ratio g/C	⑤ Cycle Length C (sec)	⑥ Delay d ₁ (sec / veh)	⑦ Lane Group Capacity C (vph)	⑧ Delay d ₂ (sec/veh)	⑨ Progression Faktor PF Tabel 9-13	⑩ Lane Group Delay (sec/veh)	⑪ Lane Group LOS Tabel 9-1	⑫ Approach Delay (sec/veh)	⑬ Appr LOSTa bel 9-1
EB		0,630	0,217	69	18,62	625	1,45	1	20,07	C	20,07	C
WB		1,433	0,217	69	23,33	604	122,87	1	146,20	F	146,20	F
NB		1,311	0,289	69	21,34	929	195,05	1	216,39	F	216,39	F
SB		1,634	0,289	69	25,1	844	196,57	1	221,68	F	221,68	F

Intersection Delay 182,40 sec/veh

Intersection LOS F (Tabel 9-1)

$$ID = \frac{394 \times 20,07 + 866 \times 146,20 + 1218 \times 216,39 + 1379 \times 221,68}{394 + 866 + 1218 + 1379}$$

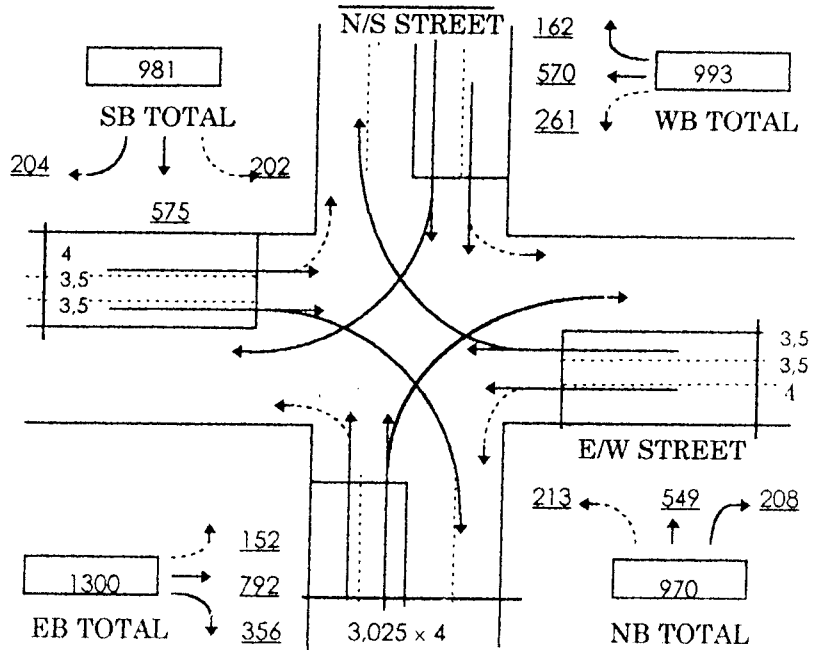
$$= 182,40 \text{ det/kendaraan}$$

SI Kentungan Observation

INPUT WORKSHEET

Intersection : Ring Road Utara – Jl. Kaliurang Date : 7 Mei 1996
 Analisis : TA - TEAM Time Period Analisis: _____ Area Type : CBD Other
 Project No : _____ City / State : Yogyakarta

VOLUME AND GEOMETRICS



IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or pointed)
7. Bus stops

TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS





Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. lane		Buses (N _b)	PHF	Conf. Peds. (peds. / hr)	Pedestrian Button		Arr Type
			Y or N	N _m				Y or N	Min. Timming	
EB	0	25	N	-	-	0,90	50	N	-	3
WB	0	30	N	-	-	0,86	50	N	-	3
NB	0	20	N	-	-	0,75	50	N	-	3
SB	0	7	N	-	-	0,81	50	N	-	3

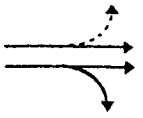
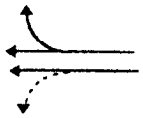

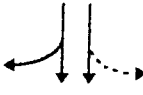
Grade: + up, - down
 HV: veh. with more than 4 wheels
 N_m: Prg. maneuvers / hr
 NB: Buses stopping / hr
 PHF: peak hour factor
 Conf. Peds: Conflicting peds. / hr
 Min. Timming: min. green for pedestrian crossing
 Arr Type: Type 1 - 5





PHASING

DIAGRAM	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing	Timing
	G = 18 Y+R = 75	G = 18 Y+R = 75	G = 18 Y+R = 75	G = 22 Y+R = 71	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =
Pretimed or actuated <input type="checkbox"/>								
protected turn		permitted turns		Pedestrian		Cycle Length <u>93</u> Sec		

VOLUME ADJUSTMENT WORKSHEET

① Appr	② Mvt	③ Mvt Volume (vph)	④ Peak Hour factor PHF	⑤ Flow rate v_p vph ③ ÷ ④	⑥ Lane Group	⑦ Flow rate in Line Group V_a (vph)	⑧ Number of Lanes N	⑨ Lane Utilization Factor U Table 9-4	⑩ Adj Flow v (vph) ⑦ x ⑨	⑪ Prop of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	152	0,80	190				1,0		0,11 LT
	TH	792	0,80	990		1625	3	1,10	1788	
	RT	356	0,80	445				1,0		0,25 RT
WB	LT	261	0,80	326				1,0		0,24 LT
	TH	570	0,80	713		1241	3	1,10	1365	
	RT	162	0,80	203				1,0		0,15 RT
NB	LT	213	0,70	304				1,0		0,21 LT
	TH	549	0,70	784		1386	2	1,05	1455	
	RT	208	0,70	297				1,0		0,2 RT
SB	LT	202	0,80	253				1,0		0,2 LT
	TH	575	0,80	719		1226	2	1,05	1288	
	RT	204	0,80	<u>255</u>				1,0		0,2 RT

CAPACITY ANALYSIS WORKSHEET								
LANE GROUP		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
①	②	Adj Flow Rate v (vph)	Adj Sat Flow Rate s (vphg)	Flow Rate v/s ③ ÷ ④	Green Ratio g/C	Lane Group Capacity c (vph) ④ × ⑥	v/c Ratio X ③ ÷ ⑦	Critical ? Lane Group
EB		1788	4710	0,379	0,226	1065	1,679	✓
WB		1365	4421	0,309	0,226	999	1,366	✓
NB		1455	2926	0,497	0,226	661	2,20	✓
SB		1288	3119	0,413	0,269	839	1,535	✓
Cycle length, C <u>93</u> sec		$\sum_i (v/s)_{ci} = \underline{1,598}$						
Lost Time Per Cycle, L <u>5</u> sec		$X_c = \frac{\sum (v/s)_{ci} \times C}{C - L} = \underline{1,69}$						

LEVEL OF SERVICE WORKSHEET												
Lane Group		First Term delay				Second Term Delay				Total Delay & LOS		
① Appr	② Lane group move- ments	③ v / c Ratio x	④ Green Ratio g/C	⑤ Cycle Length C (sec)	⑥ Delay d ₁ (sec / veh)	⑦ Lane Group Capacity C (vph)	⑧ Delay d ₂ (sec/veh)	⑨ Progressio n Faktor →F Tabel 9-13	⑩ Lane Group Delay (sec/veh)	11 Lane Group LOS Tabel 9-1	12 Approac h Delay (sec/veh)	13 Appr LOST Tabel 9-1
EB		1,68	0,226	93	34,12	1065	271,45	1	305,57	F	305,57	F
WB		1,37	0,226	93	30,63	999	246,04	1	276,67	F	276,67	F
NB		2,20	0,226	93	42,12	661	229,72	1	271,83	F	271,8	F
SB		1,53	0,269	93	32,16	839	246,77	1	278,93	F	278,83	F

Intersection Delay 284,73 sec/veh

Intersection LOS F (Tabel 9-1)

$$\begin{aligned}
 ID &= \frac{1788 \times 305,57 + 1365 \times 276,67 + 1455 \times 271,83 + 1288 \times 278,93}{1788 + 1365 + 1455 + 1288} \\
 &= 284,73 \text{ det/kendaraan}
 \end{aligned}$$

S4 Barak Redesign

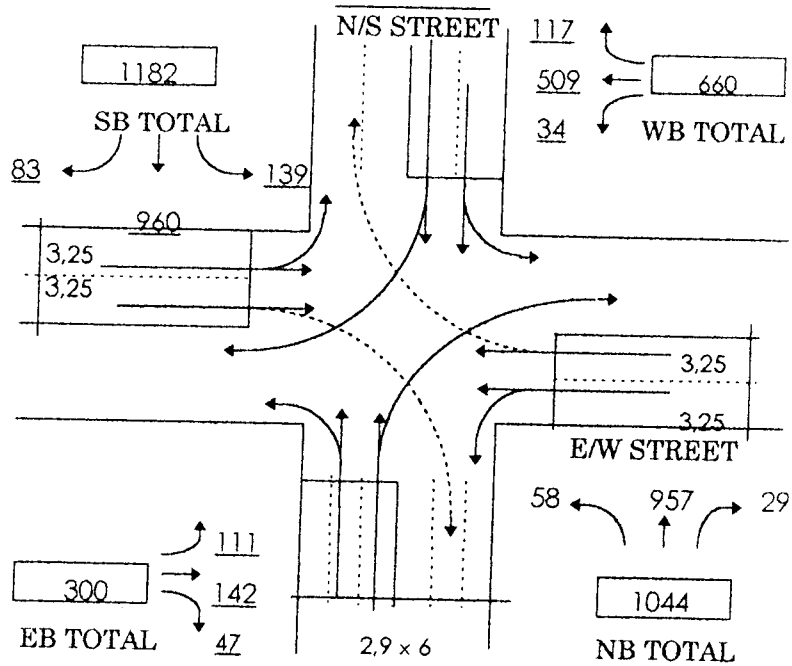
INPUT WORKSHEET

Intersection : Jl. Kaliurang – Jl. Teknika – Jl. Kaliurang – Jl. Agro. Date : 6 Mei 1996

Analysis : TA - TEAM Time Period Analysis: _____ Area Type : CBD Other

Project No : _____ City / State : Yogyakarta

VOLUME AND GEOMETRICS



IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or pointed)
7. Bus stops

TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. lane		Buses (N _b)	PHF	Conf. Peds. (peds. / hr)	Pedestrian Button		Arr Type
			Y or N	N _m				Y or N	Min. Timming	
EB	0	2	N	-	-	0,85	50	N	-	3
WB	0	24	N	-	-	0,85	50	N	-	3
NB	0	6	N	-	-	0,90	50	N	-	3
SB	0	2	N	-	-	0,90	50	N	-	3

Grade: + up, - down

HV: veh. with more than 4 wheels

N_m: Prg. maneuvers / hr

N_b: Buses stopping / hr

PHF: peak hour factor


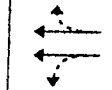
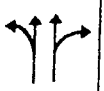
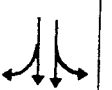
Conf. Peds: Conflicting peds. / hr

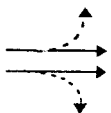

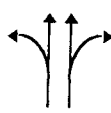
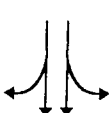
Min. Timming: min. green for pedestrian crossing

Arr Type: Type 1 - 5

PHASING

D I A G R A M	Diagram 1		Diagram 2		Diagram 3		Diagram 4	
	Timing	G = 15 Y+R =	G = 15 Y+R =	G = 14 Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =	G = Y+R =
Pretimed or actuated								
protected turn		permitted turns		Pedestrian		Cycle Length <u>50</u> Sec		

VOLUME ADJUSTMENT WORKSHEET										
① Appr	② Mvt	③ Mvt Volume (vph)	④ Peak Hour factor PHF	⑤ Flow rate v_p vph ③ ÷ ④	⑥ Lane Group	⑦ Flow rate in Line Group V_g (vph)	⑧ Number of Lanes N	⑨ Lane Utilization Factor U Table 9-4	⑩ Adj Flow v (vph) ⑦ × ⑨	⑪ Prop of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	111	0,80	139				1,0		0,35 LT
	TH	142	0,80	178		375	2	1,05	394	
	RT	47	0,80	59				1,0		0,15 RT
WB	LT	34	0,80	43				1,0		0,05 LT
	TH	509	0,80	636		825	2	1,05	866	
	RT	117	0,80	146				1,0		0,17 RT
NB	LT	58	0,90	68				1,0		0,05LT
	TH	957	0,90	1092		1160	2	1,10	1218	
	RT	29	0,90	33				1,0		0,03 RT
SB	LT	83	0,90	92				1,0		0,07 LT
	TH	960	0,90	1067		1313	2	1,10	1379	
	RT	139	0,90	154				1,0		0,11 RT

CAPACITY ANALYSIS WORKSHEET								
LANE GROUP		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
①	②	Adj Flow Rate v (vph)	Adj Sat Flow Rate s (vphg)	Flow Rate v/s ③ ÷ ④	Green Ratio g/C	Lane Group Capacity c (vph) ④ × ⑥	v/c Ratio X ③ ÷ ⑦	Critical ? Lane Group
EB		394	3023	0,10	0,23	695	0,56	
WB		866	2922	0,29	0,30	835	1,04	✓
NB		1276	4771	0,27	0,28	1336	0,95	✓
SB		1445	4869	0,29	0,30	1461	0,99	✓
Cycle length, C <u>50</u> sec		$\sum_i (v/s)_{ei} = \underline{0,88}$						
Lost Time Per Cycle, L <u>6</u> sec		$X_c = \frac{\sum (v/s)_a \times C}{C-L} = \underline{0,999}$						

LEVEL OF SERVICE WORKSHEET												
Lane Group		First Term delay				Second Term Delay				Total Delay & LOS		
① Appr	② Lane group movements	③ v/c Ratio x	④ Green Ratio g/C	⑤ Cycle Length C (sec)	⑥ Delay d ₁ (sec/veh)	⑦ Lane Group Capacity C (vph)	⑧ Delay d ₂ (sec/veh)	⑨ Progression Faktor PF Tabel 9-13	⑩ Lane Group Delay (sec/veh)	11 Lane Group LOS Tabel 9-1	12 Approach Delay (sec/veh)	13 Appr LOS Tabel 9-1
EB		0,56	0,23	50	11,14	695	0,82	1	11,96	C	11,96	C
WB		1,04	0,30	50	11,62	835	34,13	1	45,75	E	45,75	E
NB		0,95	0,28	50	11,56	1336	11,24	1	22,80	D	22,80	D
SB		0,99	0,30	50	11,38	1461	13,85	1	20,23	C	20,23	C

Intersection Delay 28,33 sec/veh

Intersection LOS D (Tabel 9-1)

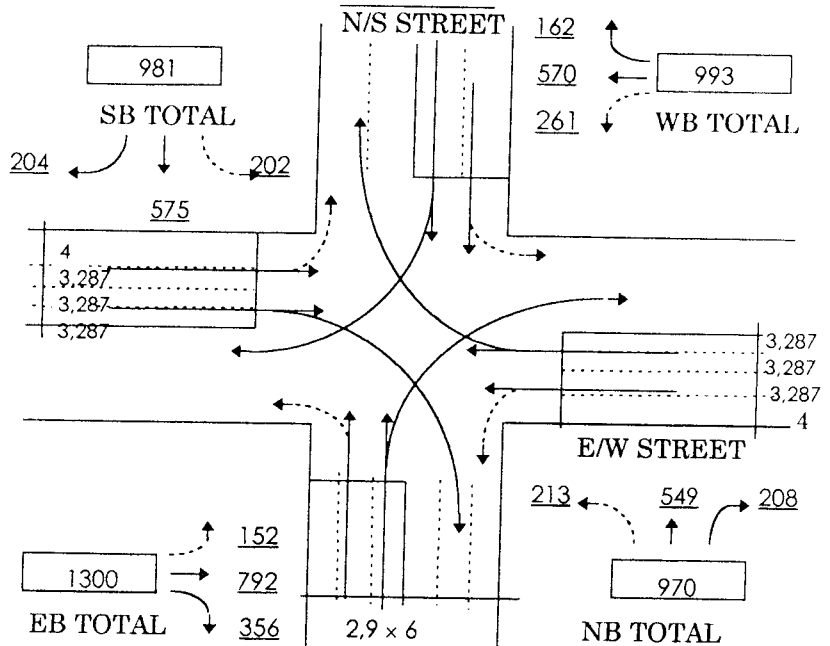
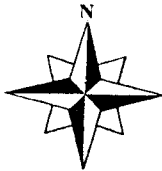
$$ID = \frac{394 \times 11,96 + 866 \times 46,75 + 1276 \times 22,80 + 1445 \times 20,23}{394 + 866 + 1276 + 1445}$$

$$= 28,33 \text{ det/kendaraan}$$

INPUT WORKSHEET

Intersection : Ring Road Utara – Jl. Kaliurang Date : 7 Mei 1996
 Analisis : TA - TEAM Time Period Analysis: _____ Area Type : CBD Other
 Project No : _____ City / State : Yogyakarta

VOLUME AND GEOMETRICS



IDENTIFY IN DIAGRAM:

1. Volumes
2. Lanes, lane widths
3. Movements by lane
4. Parking (PKG) locations
5. Bay storage lengths
6. Islands (physical or pointed)
7. Bus stops





TRAFFIC AND ROADWAY CONDITIONS

Approach	Grade (%)	% HV	Adj. Pkg. lane		Buses (N _b)	PHF	Conf. Peds. (peds. / hr)	Pedestrian Button		Arr Type
			Y or N	N _m				Y or N	Min. Timming	
EB	0	25	N	-	-	0,90	50	N	-	3
WB	0	30	N	-	-	0,86	50	N	-	3
NB	0	20	N	-	-	0,75	50	N	-	3
SB	0	7	N	-	-	0,81	50	N	-	3

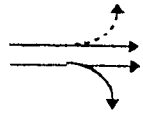
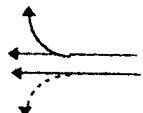
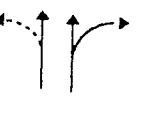

Grade: + up, - down
 HV: veh. with more than 4 wheels
 N_m: Prg. maneuvers / hr
 N_b: Buses stopping / hr
 PHF: peak hour factor
 Conf. Peds: Conflicting peds. / hr
 Min. Timming: min. green for pedestrian crossing
 Arr Type: Type 1 - 5





PHASING

D I A G R A M	Diagram 1		Diagram 2		Diagram 3		Diagram 4	
	Timing	G= 17 Y+R=	G= 17 Y+R=	G= 21 Y-R=	G= 22 Y+R=	G=	G=	G=
Pre-timed or actuated								
protected turn		permitted turns		Pedestrian		Cycle Length <u>83</u> Sec		

VOLUME ADJUSTMENT WORKSHEET										
① Appr	② Mvt	③ Mvt Volume (vph)	④ Peak Hour factor PHF	⑤ Flow rate v_p vph ③ ÷ ④	⑥ Lane Group	⑦ Flow rate in Line Group V_g (vph)	⑧ Number of Lanes N	⑨ Lane Utilization Factor U Table 9-4	⑩ Adj Flow v (vph) ⑦ × ⑨	⑪ Prop of LT or RT P_{LT} or P_{RT}
EB	LT	152	0,80	190				1,0		0,11 LT
	TH	792	0,80	990		1625	4	1,10	1788	
	RT	356	0,80	445				1,0		0,25 RT
WB	LT	261	0,80	326				1,0		0,24 LT
	TH	570	0,80	713		1241	4	1,10	1365	
	RT	162	0,80	203				1,0		0,15 RT
NB	LT	213	0,70	304				1,0		0,21 LT
	TH	549	0,70	784		1386	3	1,10	1524	
	RT	208	0,70	297				1,0		0,2 RT
SB	LT	202	0,80	253				1,0		0,2 LT
	TH	575	0,80	719		1226	3	1,10	1349	
	RT	204	0,80	<u>255</u>				1,0		0,2 RT

CAPACITY ANALYSIS WORKSHEET

LANE GROUP		③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
① Appr	② Line Group Movements	Adj Flow Rate v (vph)	Adj Sat Flow Rate s (vphg)	Flow Rate v/s (③ ÷ ④)	Green Ratio g/C	Lane Group Capacity c (vph) (③ × ⑥)	v/c Ratio X (③ ÷ ⑦)	Critical ? Lane Group
EB		1788	6280	0,21	0,205	1287	1,388	✓
WB		1365	5895	0,20	0,205	1208	1,130	✓
NB		1524	4389	0,26	0,253	1110	1,373	✓
SB		1349	4678	0,27	0,265	1240	1,088	✓
Cycle lenght, C <u>83</u> sec		$\sum_i (v/s)_{ci} = \underline{0,93}$						
Lost Time Per Cycle, L <u>6</u> sec		$X_c = \frac{\sum (v/s)_{ci} \times C}{C-L} = \underline{1,002}$						

LEVEL OF SERVICE WORKSHEET												
Lane Group		First Term delay				Second Term Delay				Total Delay & LOS		
① Appr	② Lane group move- mnts	③ v / c Ratio x	④ Green Ratio g/C	⑤ Cycle Length C (sec)	⑥ Delay d ₁ (sec / veh)	⑦ Lane Group Capacity C (vph)	⑧ Delay d ₂ (sec/veh)	⑨ Progressio n Faktor PF Tabel 9-13	⑩ Lane Group Delay (sec/veh)	11 Lane Group LOS Tabel 9-1	12 Approac h Delay (sec/veh)	13 Appr LOST Tabel 9-1
EB		1,39	0,205	93	22,41	1287	33,47	1	58,88	E	58,88	E
WB		1,13	0,205	83	25,94	1208	30,14	1	56,08	E	56,08	E
NB		1,37	0,253	83	26,97	1110	28,19	1	55,16	E	55,16	E
SB		1,09	0,265	83	23,94	1240	33,41	1	57,35	E	57,35	E

Intersection Delay 56,07 sec/vehIntersection LOS E (Tabel 9-1)

$$ID = \frac{1788 \times 58,88 + 1365 \times 56,08 + 1524 \times 55,16 + 1349 \times 57,35}{1788 + 1365 + 1524 + 1349}$$

$$= 56,07 \text{ det/kendaraan}$$

Tabel 1. Harga baku yang dipakai dalam operasi analisis
 ("Default Vallues for the operation analysis")

PARAMETER	DEFAULT VALLUE
Conflicting Pedestrian Flow Rate, Peds/hour	- Low Ped. Flow 50 peds/hour
	- Moderate Ped. Flow 200 peds/hour
	- High Ped. Flow 400 peds/hour
Percent Heavy Vehicles, % HV	2%
Peak-Hour Factor, PHF	0,90
Grade	0%
Number of Buses, N_B	0 buses/hour
Number of Parking Meneuvers, N_M	20 meneuvers/hour (where parking exists)
Arrival Type	3

Sumber : HCM 1985

Tabel 2. Faktor Manfaat Lajur.
 ("Lane Utilization")

NO THROUGH LANES IN GROUP (EXCLUDING LANES USED BY LEFT-TURNING VEHICLES)	LANE UTILIZATION FACTOR, U
1	1,00
2	1,05
≥ 3	1,10

Sumber : HCM 1985

Tabel 3. Faktor penyesuaian untuk lebar lajur.
 ("Adjustment Factor for Lane Width")

Lane Width, ft	8	9	10	11	12	13	14	15	≥ 16
Lane Width Factor, f_w	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,07	1,10	2 lane

Sumber : HCM 1985

Tabel 4. Faktor penyesuaian untuk kendaraan berat.
 ("Adjustment Factor for heavy vehicles")

Percent heavy vehicles, % HV	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
heavy vehicles Factor, f_{HV}	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,97

Sumber : HCM 1985

Tabel 5. Faktor penyesuaian untuk kemiringan jalan.
 ("Adjustment Factor for Grade")

Grade %	DOWNHILL			LEVEL	UPHILL		
	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6
Grade Factor, f_s	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97

Sumber : HCM 1985

Tabel 6. Faktor penyesuaian kendaraan Parkir.
 ("Adjustment Factor for Parking, f_p ")

NO. OF LANES IN LANE GROUP	NO PKG	NUMBER OF PARKING MENEUVERS PER HOUR, N_M				
		0	10	20	30	40
1	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
2	1,00	0,95	0,92	0,89	0,87	0,85
3	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89

Sumber : HCM 1985

Tabel 7. Faktor penyesuaian untuk bis yang berhenti per jam.

(*Adjustment Factor for Bus Blockage, f_{bb}*)

NO. OF LANES IN LANE GROUP	NUMBER OF BUSES STOPPING PER HOUR, N_b				
	0	10	20	30	40
1	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
2	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
3	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94

Sumber : HCM 1985

Tabel 8. Faktor penyesuaian tipe daerah.
(*Adjustment Factor for Area Type*)

TYPE OF AREA	FACTOR, f_a
CBD	0,90
All other areas	1,00

Sumber : HCM 1985

Tabel 9. Faktor penyesuaian untuk belok kiri.
(*Adjustment Factor for Left Turn*)

SHARED LT LANE PROTECTED PHASING	$f_{LT} = 1,0 - 0,15 P_{LT}$						
	Prop of LT factor	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1
		1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Sumber : HCM 1985

Tabel 10. Faktor penyesuaian untuk belok kiri.
 ("Adjustment Factor for Left Turn")

SHARE LT LANE; PERMITTED PHASING	$F_{LT} = 1,0 - [0,15 + (PEDS/2,1000)]$						
	$F_{LT} = 0,05$ (minimum)						
	No. of Conf. pedestrians (peds)	Prop. of LT in lane group P_{LT}					
0,00		0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	
50	1,00	0,97	0,93	0,90	0,86	0,83	
100	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	
200	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	
400	1,00	0,93	0,86	0,80	0,73	0,66	
600	1,00	0,91	0,83	0,74	0,65	0,56	
800	1,00	0,89	0,79	0,68	0,58	0,47	
1000	1,00	0,87	0,75	0,62	0,50	0,37	
1400	1,00	0,84	0,67	0,51	0,35	0,18	
≥ 1700	1,00	0,81	0,62	0,42	0,23	0,05	

Sumber : HCM 1985.

Tabel 11. Faktor penyesuaian pergerakan.
 ("Progression Adjustment Factor, PF")

TYPE OF SIGNAL	LANE GROUP TYPES	v/c RATIO, X	ARRIVAL TYPE ^a				
			1	2	3	4	5
Pretimed	TH, RT	≤ 0,6	1,85	1,35	1,00	0,72	0,55
		0,8	1,50	1,22	1,00	0,82	0,67
		1,0	1,40	1,18	1,00	0,90	0,82
Actuated	TH, RT	≤ 0,6	1,54	1,08	0,85	0,62	0,40
		0,8	1,25	0,98	0,85	0,71	0,50
		1,0	1,16	0,94	0,85	0,78	0,61
semiactuated	Main St. TH, RT ^b	≤ 0,6	1,85	1,35	1,00	0,72	0,42
		0,8	1,50	1,22	1,00	0,82	0,53
		1,0	1,40	1,18	1,00	0,90	0,63
semiactuated	Side St. TH, RT ^b	≤ 0,6	1,48	1,18	1,00	0,86	0,70
		0,8	1,20	1,07	1,00	0,98	0,89
		1,0	1,12	1,04	1,00	1,00	1,00
	All LT ^c	All	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber : HCM 1985.

S4- Berek

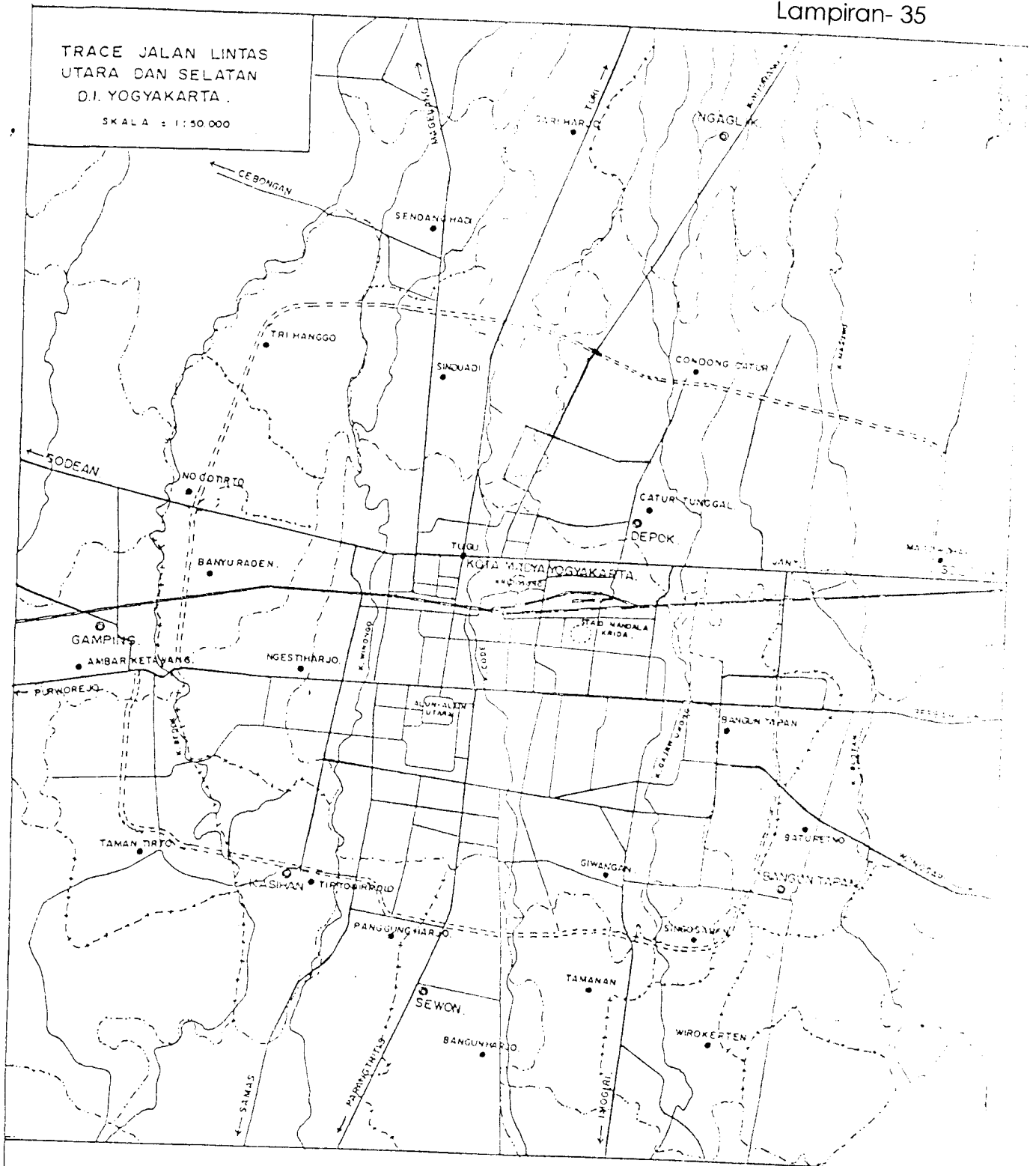
SUPPLEMENTAL WORKSHEET FOR LEFT-TURN ADJUSTMENT FACTOR, f_{LT}				
INPUT VARIABLES	EB	WB	NB	SB
Cycle Length, C (sec)	69	69	69	69
Effective Green, g (sec)	15	15	20	20
Number of Lanes, N	2	2	2	2
Total Approach Flow Rate, v_a (vph)	375	825	1160	1313
Mainline Flow Rate, v_M (vph)	375	825	1160	1313
Left-Turn Flow Rate, v_{LT} (vph)	59	146	33	154
Proportion of LT, P_{LT}	0,15	0,17	0,03	0,11
Opposing Lanes, N_o	2	2	2	2
Opposing Flow Rate, v_o (vph)	825	375	1313	1160
Prop. of LT in Opp. Vol, P_{LTO}	0,17	0,15	0,11	0,03
COMPUTATION	EB	WB	NB	SB
$S_{OP} = \frac{1800 \times N_o}{1 + P_{LTO} \left[\frac{400 + v_M}{1400 - v_M} \right]}$	3185,92	2863,83	2339,64	787,75
$Y_o = v_o / S_{OP}$	0,1993	0,1079	0,592	1,5144
$g_o = (g - CY_o) / (1 - Y_o)$	1,5578	8,4688	51,0893	64,2478
$f_s = (875 - 0,625 v_o) / 1000$	0,4781	0,6819	0,0093	0,1293
$P_L = P_{LT} \left[1 + \frac{(N - 1)g}{f_s g_o + 4,5} \right]$	0,7333	0,492	0,1792	0,1244
$g_4 = g - g_o$	13,4422	6,5312	41,0893	61,248
$P_T = 1 - P_L$	0,2667	0,5080	0,8208	0,8756
$g_f = 2 \frac{P_T}{P_L} \left[1 - P_T^{0,5g_4} \right]$	0,7269	1,839	9,1516	5,2035
$E_L = 1800 / (1400 - v_o)$	1,6497	2,3529	8,6956	12,12
$f_m = \frac{g_f}{g} + \frac{g_o}{g} \left[\frac{1}{1 + P_L(E_L - 1)} \right] + \frac{2}{g} (1 + P_L)$	0,8625	0,4706	2,3707	4,1015
$f_{LT} = (f_m + N - 1) / N$	0,93	0,95	0,9876	0,9916

S4- Kentungan

SUPPLEMENTAL WORKSHEET FOR LEFT-TURN ADJUSTMENT FACTOR, f_{LT}				
INPUT VARIABLES	EB	WB	NB	SB
Cycle Length, C (sec)	93	93	93	93
Effective Green, g (sec)	18	18	18	22
Number of Lanes, N	3	3	2	2
Total Approach Flow Rate, v_n (vph)	1625	1241	1386	1226
Mainline Flow Rate, v_M (vph)	1625	1241	1386	1226
Left-Turn Flow Rate, v_{LT} (vph)	445	203	297	255
Proportion of LT, P_{LT}	0,25	0,15	0,2	0,2
Opposing Lanes, N_o	3	3	2	2
Opposing Flow Rate, v_o (vph)	1241	1625	1226	1386
Prop. of LT in Opp. Vol, P_{LTO}	0,15	0,25	0,2	0,2
COMPUTATION	EB	WB	NB	SB
$S_{OP} = \frac{1800 \times N_o}{1 + P_{LTO} \left[\frac{400 + v_M}{1400 - v_M} \right]}$	1145,76	2754,57	1067,80	941,125
$Y_o = v_o / S_{OP}$	0,8771	0,1079	0,592	1,5144
$g_o = (g - CY_o) / (1 - Y_o)$	3,5487	7,4564	35,2891	24,2471
$f_s = (875 - 0,625 v_o) / 1000$	0,2469	0,0575	0,0744	0,0875
$P_L = P_{LT} \left[1 + \frac{(N - 1)g}{f_s g_o + 4,5} \right]$	0,1964	0,4775	0,3582	0,2254
$g_4 = g - g_o$	10,4523	9,5455	11,5291	13,254
$P_T = 1 - P_L$	0,4678	0,5147	0,7781	0,9754
$g_T = 2 \frac{P_T}{P_L} \left[1 - P_T^{0,5g_4} \right]$	5,5219	0,829	4,1516	6,2035
$E_L = 1800 / (1400 - v_o)$	9,6295	2,3354	8,6944	11,347
$f_m = \frac{g_T}{g} + \frac{g_o}{g} \left[\frac{1}{1 + P_L(E_L - 1)} \right] + \frac{2}{g}(1 + P_L)$	0,8789	0,4116	2,3223	4,4557
$f_{LT} = (f_m + N - 1) / N$	0,99	0,98	0,9789	0,9925

TRACE JALAN LINTAS
UTARA DAN SELATAN
D.I. YOGYAKARTA .

SKALA : 1 : 50 000



KETERANGAN.

	SUNGGAI.		TRACE JALAN LINTAS UTARA - DAN SELATAN.		RENCANA JALAN LINTAS SELATAN UTARA SUDAH DIBEBAHKAN.
	KANTOR		a. ASPAL.		RENCANA JALAN LINTAS SELATAN UTARA BELUM DIBEBAHKAN.
	a. KECAMATAN. b. DESA.		b. KERETA API.		
			a. KABUPATEN.		
			b. KECAMATAN.		